N° 8 30 AVRIL 1938

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : L. OLIVIER (1890-1910).
Directeurs : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937).

Directeur :
R. ANTHONY, Professeur au Muséum national d'Histoire Naturelle.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris.
La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Zoologie.

A propos de la faune française.

Malgré les prétentions de certaines écoles à « faire » et faire faire de la « Biologie » sans une base suffisamment large et solide de sciences naturelles, la Zoologie n'est pas aussi morte en France que pourraient le laisser craindre certains indices lamentables. Notamment, l'inventaire méthodique des formes animales de notre pays se poursuit, de deux manières : pour les détails, avec une sage lenteur et des développements très considérables; pour les grandes lignes, avec une relative rapidité et une condensation souvent excessive.

Ces deux manières extrêmement différentes ont été employées pour l'élaboration des ouvrages suivants :

I. J. G. Baer, Docteur ès Sciences (Neuchâtel), R.-Ph. Dollfus, Assistant au Muséum (Paris) et Ch. Joyeux, Professeur à la Faculté de Médecine (Marseille). *Cestodes*, t. XXX de la « Faune de France », 1 vol. in-8° de 613 p., avec 569 fig. (Lechevalier, Paris), 1936 (Prix : 200 fr.).

II. H. Ribaut, Professeur à la Fac. de Méd. (Toulouse). *Homoptères Auchénorhynques, I. Typhlocybidae*, t. XXXI de la même collection, 1 vol. in-8° de 231 p., avec 629 fig., 1936 (Prix : 60 fr.).

III. G. Senevet, Professeur à la Fac. de Méd. (Alger). *Ixodoïdés*, t. XXXII de la même collection, 1 vol. in-8° de 101 p., avec 67 fig., 1937 (Prix : 50 fr.).

IV. E. Séguy, Muséum national d'Histoire naturelle (Paris). *Diptères*, t. VIII de « La Faune de la France », 1 vol. in-12 de 216 p., avec 854 fig. (Delagrave, Paris) 1937 (Prix : 25 fr.).

Il est bien évident que ce sont des ouvrages dont le contenu ne saurait se résumer. Nous n'avons donc aucunement la prétention de l'essayer en les présentant ici, mais nous pensons trouver dans cette présentation une excellente occasion de soumettre aux lecteurs quelques réflexions au sujet des travaux de faunistique [1].

Disons au préalable en quelques mots les caractères saillants des ouvrages ci-dessus cités. Malgré ce qu'il y a inévitablement d'arbitraire dans une telle affirmation, il est bien évident que le premier et le quatrième sont incomparablement plus importants.

I. Comme j'ai déjà eu l'occasion de l'indiquer ailleurs, les auteurs déclarent dès l'abord, au début de leur Avant-Propos : « le présent ouvrage est plutôt un essai sur la faune des Cestodes... ». Admirable modestie de véritables savants! Ils se sont en effet occupés d'un groupe qui présente à l'étude des difficultés toutes particulières; cette étude eût été à peu près inabordable à d'autres qu'à eux et même pour eux il n'a pas été superflu qu' « elle soit facilitée grâce à certaines particularités biologiques », la spécificité parasitaire plus ou moins étroite, notamment. Ce gros volume, qui a demandé un labeur formidable, n'est qu'une première approximation, mais excellente et qui servira de fondement indispensable à tout travail nouveau dans ce domaine si vaste et encore si neuf.

II. Les Typhlocybidés, avec leurs 9 genres, sont

1. On consultera avec avantage les articles suivants : Jean Delphy, *Annales de l'Université de Paris*, 1937, n° 1; Louis Germain, *L'Enseignement Scientifique*, t. X, n° 96 1937; R. Ph. Dollfus, *Rev. Génér. des Sciences*, t. XLVIII, n° 2, 1937.

une intéressante famille d'Hémiptères Homoptères. Ils sont traités ici avec tout le détail anatomique et tout le soin désirables.

III. « Les Ixodoïdés constituent un groupe d'Acariens dont l'importance médicale, vétérinaire et économique va chaque jour croissant. Les maladies qu'ils transmettent à l'homme, les pertes causées dans les troupeaux par les affections qu'ils y transportent, ont attiré sur eux, d'une façon toute spéciale, l'attention des entomologistes ». Ce livre-ci est encore un ouvrage grâce auquel nos connaissances pourront être « précisées et élargies »; pour ce faire, l'auteur a largement débordé le cadre géographique de la France et on ne saurait assez l'en féliciter et s'en réjouir, car c'est pour le plus grand bien de la zoologie française.

IV. Des quatre ouvrages cités, c'est bien celui d'E. Séguy qui a exigé le plus d'efforts pénibles, persévérants, acharnés. Le signataire de ces lignes sait, par expérience personnelle, mieux que personne à quoi s'en tenir sur ce point. Car s'il faut beaucoup de travail pour accumuler des documents, il en faut bien davantage pour faire un choix assez judicieux parmi eux. Pourtant la collection publiée par la librairie Delagrave répond à d'excellentes intentions et devrait donner satisfaction à un véritable besoin. Aussi tous les zoologistes doivent-ils avoir une profonde reconnaissance pour ceux qui ont eu le dévouement de collaborer à cette entreprise. En ce qui concerne les *Diptères*, il fallait à la fois l'exceptionnelle maîtrise et l'extraordinaire capacité de travail d'E. Séguy pour en venir à bout. Certes, ce volume reste très-insuffisant (et l'auteur est le premier à le proclamer) comme sont insuffisants le demi-volume consacré aux Lépidoptères, le volume des Vers et Némathelminthes, le demi-volume des Protozoaires, etc. Mais c'est une première approximation et l'habileté avec laquelle E. Séguy est parvenu à s'y tenir est merveilleuse. Il reste malgré tout quelques inconvénients et, par exemple, on ne trouve pas dans son livre les Aphanipteres (les Puces), qui ne sont pas des Diptères, mais qu'on a coutume d'annexer à ceux-ci dans les ouvrages élémentaires. Il est bien évident que ces inconvénients ne sont pas imputables à l'auteur.

Certains biologistes des plus éminents déclarent qu'une « Faune » devrait être complète. Est-ce seulement possible? Si l'on conçoit une telle possibilité pour certains groupes, plutôt restreints, comme par exemple, les Vertébrés, tels Insectes, etc., il en est d'autres où elle est manifestement inconcevable, serait-ce seulement à cause de l'insuffisance de nos connaissances. Des ouvrages récemment parus sur la faune française, les deux plus beaux sont l'un et l'autre très incomplets et pour des raisons si différentes qu'on pourrait les dire opposées : dans leur gros volume sur les Cestodes, les auteurs ont essayé de mettre la plus grande partie de ce qui est actuellement connu sur le sujet, mais sont bien obligés d'avouer que c'est en attendant mieux. Si l'on voulait alors attendre d'arriver à être tout à fait complet, y arriverait-on jamais? D'autre part, pour se conformer au plan de la collection à laquelle il apporte sa précieuse collaboration, E. Séguy, dans son beau livre sur les Diptères, a choisi de propos délibéré à peu près le dixième des espèces connues, afin de permettre aux « curieux de la Nature » de les reconnaître aisément.

Ces deux sortes d'ouvrages répondent à deux usages très différents : La Faune de l'Office de Faunistique en est à son 32e volume (plus de 8.500 pages in-8o); 22 volumes sont annoncés; il en manquera encore environ une cinquantaine, au moins. Le premier volume, paru en 1921, est introuvable. Il semble bien que certains groupes risquent fort de n'être jamais traités. Ceux qui le sont ne peuvent l'être que de manière extrêmement inégale. Certains volumes n'ont pas un intérêt très supérieur à celui d'un catalogue. Dans l'ensemble, c'est un ouvrage monumental, de maniement parfois fort délicat et qui ne dispense pas toujours alors d'avoir recours au zoologiste spécialiste, ce qui reste le moyen le plus sûr d'obtenir une détermination rigoureuse.

La collection « Rémy-Perrier », par contre, a été entreprise dans le dessein de fournir au premier venu la possibilité d'arriver à une détermination approchée de la plupart des espèces animales les plus communes de notre pays. On le voit, l'intention était excellente. La réalisation a été aussi bonne que possible dans les conditions proposées. Malheureusement, ces conditions ont été beaucoup trop rigoureuses au point de vue de la place disponible, si bien que les collaborateurs se sont trouvés en présence de pénibles corvées, rendues plus pénibles encore par la crainte continuelle de ne pouvoir arriver, malgré tous leurs efforts, à donner suffisante satisfaction aux personnes qui feraient avec confiance usage de ces volumes. Il aurait pourtant suffi de peu de chose pour que cette collection répondit assez exactement aux intentions de son promoteur : doubler ou le format ou, mieux, le nombre des volumes prévus (on peut être convaincu que MM. Delagrave, bien informés, auraient compris et accepté).

En définitive, c'est peut-être bien cette formule d'une Faune très incomplète dans les détails, mais qui serait un guide sûr dans les grandes lignes, qui est préférable. Elle permettrait d'arriver jusqu'à un certain point — où la parole passe inévitablement au spécialiste compétent.

Jean Delphy.

REVUE D'EMBRYOLOGIE

II. — L'ANALYSE EXPÉRIMENTALE DU DÉVELOPPEMENT

C'est presque une gageure de vouloir donner une idée, dans un article de quelques pages, de l'énorme labeur effectué par les embryologistes, depuis une vingtaine d'années, et d'exposer les recherches qui ont renouvellé de façon totale, l'Embryologie expérimentale. Un gros volume serait nécessaire pour résumer les innombrables expériences qui ont été consacrées à l'étude des mécanismes ontogéniques. Je me bornerai à donner ici de brèves indications relatives à quelques points qui me paraissent particulièrement susceptibles de retenir l'attention, en fournissant au lecteur les indications bibliographiques qui lui permettront de compléter et d'orienter sa documentation.

I. — Ouvrages généraux.

Le seul ouvrage renfermant un exposé complet de l'Embryologie expérimentale est dû à W. Schleip (1929); malheureusement, dans un domaine où nos connaissances se modifient si rapidement, une mise au point datant d'une dizaine d'années est déjà singulièrement vieillie.

Plus récent (1934), le livre de J. S. Huxley et G. R. de Beer est plein de vues originales et de comparaisons suggestives. Les auteurs anglais se sont efforcés d'y donner une théorie complète de l'ontogénèse fondée sur la notion de gradient.

Pour les Vertébrés dont l'Embryogénie a donné lieu à de si remarquables recherches, le lecteur français a à sa disposition l'ouvrage très documenté de A. Dalcq (1935). Il est regrettable que la lecture de cet ouvrage si remarquable à tant d'égards soit rendue difficile par le mode d'exposition, l'ordre historique suivi par l'embryologiste belge étant pénible à suivre pour un débutant.

Enfin, récemment, H. Spemann (1936) a donné une admirable mise au point de son œuvre et de celle de ses élèves. Cet ouvrage se recommande tant par la clarté de son exposé que par la prudence et la rectitude du jugement [1].

II. — L'importance de l'œuvre de Spemann en embryologie expérimentale.

Les expériences de Spemann qui ont mis en évidence le rôle organisateur de la lèvre dorsale de la gastrula sont maintenant des notions trop classiques pour qu'il soit nécessaire d'en reprendre ici l'exposé.

Mais, peut-être est-il bon de montrer comment ces expériences ont inauguré une nouvelle période de l'Embryologie expérimentale. La première phase de l'Embryologie expérimentale qui s'étend de la fin du XIX[e] siècle au début du XX[e] siècle est marquée par les noms de W. Roux, de H. Driesch, de T. H. Morgan, de E. B. Wilson, etc. Les expériences de cette période dont on trouvera l'exposé dans tous les Traités de Biologie, ont porté à peu près exclusivement sur les stades de segmentation. Ces expériences avaient un double but : tout d'abord fixer le moment de la détermination des feuillets et des grandes ébauches embryonnaires. On sait en effet que la *détermination* d'une ébauche embryonnaire précède toujours sa *différenciation* histologique. L'intervalle qui sépare le moment de sa détermination de celui de sa différenciation est plus ou moins long suivant les cas, mais il n'est jamais nul. C'est dire que la seule observation est incapable de nous apprendre à quel moment une ébauche est déterminée. Pour cela, il faut expérimenter. Or, les expériences auxquelles je viens de faire allusion et dont les types sont les expériences de blastotomie, sont essentiellement destinées à préciser le moment auquel se produit la détermination des ébauches embryonnaires.

Ces expériences avaient, d'autre part, pour but, de rechercher les facteurs qui se trouvent à l'origine de cette détermination. Elles ont montré que la détermination des ébauches embryonnaires

1. P. Wintrebert a donné dans ses « Titres et Travaux » (1935) un exposé extrêmement précieux de son œuvre embryologique, dispersée dans de nombreuses notes et mémoires. Comme les positions prises par Wintrebert sont très différentes de celles des autres embryologistes et qu'il est souvent difficile de les y rattacher, il est préférable de consacrer aux idées de l'embryologiste français un article particulier.

est liée à la présence dans l'œuf de *substances organo-formatrices* (organ-forming substances, Conklin, 1905). Ces substances organo-formatrices sont réparties, d'une façon déterminée à l'intérieur de l'œuf. Elles expriment les *localisations germinales* de l'œuf (Wilson). Ces substances ont des rapports fixes et déterminés avec l'axe de polarité et l'axe de symétrie bilatérale de l'œuf, et, elles semblent, d'autre part, localisées, au moins chez les Cordés, dans la couche corticale de l'œuf (voir à ce sujet, le mémoire plein de vues suggestives de Dalcq et Pasteels, 1937). Le développement apparaît ainsi comme un processus de *ségrégation par dichotomie* (F. R. Lillie, 1929), à partir de l'œuf, et aboutissant à la formation d'une mosaïque d'éléments à potentialités de plus en plus restreintes.

Si nous avons pu suivre, dans plusieurs cas, avec une grande précision, la marche de cette ségrégation, la nature du mécanisme qui en assure le déroulement nous reste parfaitement inconnu. Cela tient à ce que nos moyens expérimentaux n'ont pas de prise sur ce mécanisme. La centrifugation peut, dans quelques cas (Ascidies, Batraciens) bouleverser la disposition des localisations germinales, mais ne nous donne aucun renseignement sur le mode de ségrégation des substances organo-formatrices. La seule exception est le cas de l'Oursin où l'on a pu, grâce à des substances chimiques, modifier la marche du développement des ébauches embryonnaires : végétatisation par les sels de lithium, animalisation par le thyocyanide de sodium (Herbst, 1892, 1895; von Ubisch, 1925; Lindahl, 1933, 1936; Hörstadius, 1936). Mais, ce cas est unique; nous sommes actuellement dans l'impossibilité d'attaquer, avec succès, le problème des localisations germinales. L'œuvre des embryologistes se trouvait par là arrêtée.

Le grand mérite de Spemann est d'être sorti de cette ornière en faisant porter son analyse sur des stades ultérieurs du développement. La détermination se trouve alors sous la dépendance de *centres d'individuation* (organisateur de l'œuf des Vertébrés; centre formateur et centre différenciateur de l'œuf des Insectes; voir plus loin) non seulement capables d'autodifférenciation, mais ayant encore la faculté d'agir sur le matériel indifférencié qui les environne. L'étude du mode d'action de ces centres d'individuation nous a permis d'atteindre le mécanisme même de la détermination, et c'est par là que l'œuvre de Spemann s'est révélée si remarquablement fructueuse et si riche de conséquences.

III. — Cultures d'ébauches embryonnaires (Explantations).

Nous avons signalé, dans la *Revue* précédente[2], que Vogt avait dressé, pour les Urodèles et pour les Anoures, le plan des territoires présomptifs de la blastula et de la jeune gastrula. Ces plans indiquent qu'une région déterminée de la blastula ou de la jeune gastrula donnera, dans le développement normal, un feuillet ou un organe déterminés. Mais, ces cartes ne nous apprennent rien sur le moment de la détermination de ces ébauchés. Ces constatations n'impliquent, en effet, en aucune façon que la détermination des différentes régions est irrévocablement fixée dès la blastula ou la jeune gastrula. L'expérience seule permet de déterminer le moment où le sort des différentes ébauches est définitivement fixé. La méthode qui donne à cette question les réponses les plus claires consiste à prélever des fragments de blastulas ou de jeunes gastrulas *(explantations)* et à les cultiver en dehors de l'organisme.

On observe alors, en suivant le développement de ces fragments, s'ils sont capables de se différencier comme s'ils faisaient encore partie de l'organisme entier ou si au contraire ils restent indifférenciés. Dans le premier cas, il y a autodifférenciation, et la différenciation représente une propriété intrinsèque de l'ébauche; la détermination est, dans ce cas, définitivement établie, au stade considéré. Dans le second cas, la détermination n'est pas encore établie au moment où a été fait le prélèvement; elle est dépendante de quelque facteur renfermé dans l'embryon entier. Ces expériences sont, en somme comparables aux expériences de blastotomie, réalisées pendant les stades de segmentation, et répondent aux mêmes préoccupations.

Les cultures d'ébauches *in vivo*, dans la cavité orbitaire (méthode de Dürken) ou dans la cavité cœlomique (Holftreter) sont à déconseiller, car le milieu dans lequel sont implantées les ébauches réagit profondément sur leur différenciation.

Les cultures *in vitro*, en milieu synthétique et aseptique (Holftreter, 1931, 1933) donnent seules des résultats précis et concluants. Cette méthode a permis d'établir qu'au stade de jeune gastrula, le degré de détermination des trois grandes zones de l'embryon est bien différent.

1) Les territoires endodermiques qui occupent le pôle végétatif sont non seulement déterminés en tant qu'ébauches endodermiques, mais sont encore régionalement déterminés : le territoire présomptif du pharynx ne donnera que de l'épithélium pha-

2. *Revue Gén. Sciences.* XLVIII, n° 18-31, XII, 1937.

ryngien; le territoire présomptif de l'intestin n'évoluera qu'en épithélium intestinal, etc.

2) La zone sous-équatoriale correspondant aux territoires présomptifs corda-mésodermiques est capable de se développer par autodifférenciation, mais elle n'est pas régionalement déterminée; l'ébauche cordale peut donner des cellules musculaires et rénales; l'ébauche mésodermique peut former de la corde.

3) Les expériences très précises de Holftreter ont établi définitivement qu'au stade de jeune gastrula les ébauches ectodermiques sont encore parfaitement indéterminées et ne donnent, en culture, qu'un épithélium banal, indifférencié. La différenciation de ces territoires se trouve donc sous la dépendance de quelque facteur étranger à cette ébauche.

Ces conclusions ne sont valables qu'au cas où les fragments ont été prélevés sur de jeunes gastrulas. Dès le stade neurula, tous les grands systèmes d'ébauches sont définitivement fixés. L'analyse expérimentale a porté sur cette période particulièrement favorable comprise entre le début et l'achèvement de la gastrulation, et pendant laquelle les ébauches ectodermiques ne sont pas encore déterminées. Analyser le mécanisme de cette détermination, telle a été l'œuvre de Spemann et de ses collaborateurs.

IV. — Différenciations régionales de l'organisateur.

On sait que Spemann (1927, 1931) a montré que le champ organisateur n'est pas homogène, mais qu'il est régionalement différencié. Spemann a distingué dans le champ organisateur, un organisateur de la tête et un organisateur du tronc.

Les expériences de transplantation effectuées par Spemann avaient abouti à des résultats qui, en particulier pour l'organisateur du tronc, étaient loin d'être simples et dont l'interprétation restait délicate. Holftreter (1936) en utilisant une méthode qui met seuls en contact les deux éléments destinés à réagir (inclusion d'un fragment d'organisateur dans un lambeau d'ectoderme présomptif) a singulièrement clarifié la question. Il a montré que l'ectoderme de la jeune gastrula est parfaitement indifférent. Mis en contact avec un organisateur de la tête, il ne donne que des organes céphaliques, avec un organisateur du tronc, que des organes troncaux.

V. — Induction et spécificité.

L'induction déterminée par la voûte archentérique sur l'épithélium ectodermique qui la recouvre n'a rien de spécifique. Geinitz (1925), Bytinski-Salz (1929) ont greffé des organisateurs d'Anoures sur des germes de Tritons; Holftreter (1936) a inclu un fragment d'organisateur de *Bombinator* dans un manteau d'ectoderme de Triton; inversement, Spemann et Schotté (1932), puis Holftreter (1936) ont associé un organisateur de *Triton* et une ébauche ectodermique d'Anoure. Dans tous les cas, l'organisateur étranger a déterminé, par induction, la formation d'une ébauche embryonnaire secondaire aux dépens des tissus de l'hôte.

Hatt (1934) a réussi à provoquer la formation d'embryons secondaires, en insérant sur des gastrulas de Tritons, des fragments de lignes primitives d'embryons de Poulet. Waddington (1934) a déterminé des inductions en insérant une ligne primitive de Poulet sur une aire embryonnaire de Lapin, et plus récemment (1937), il a obtenu un résultat analogue en greffant un morceau de ligne primitive de Lapin sur un disque embryonnaire de Poulet.

On doit conclure de ces expériences que *l'action inductrice de l'organisateur n'a rien de spécifique.*

Mais, comme dans tous les couples action-réaction, il y a lieu d'envisager non seulement l'agent inducteur, mais aussi l'organe réactionnel, soumis à l'influence de l'organisateur. Or, la réaction de l'organe induit est, elle, *rigoureusement spécifique.*

Les hétérogreffes réalisées entre embryons d'Urodèles et embryons d'Anoures ont fourni, à ce point de vue, de remarquables résultats.

Les jeunes larves de Tritons sont caractérisées par des tigelles ectodermiques, insérées en dessous et en arrière des yeux, les *balanciers;* leur bouche est garnie de *dents.* Les têtards d'Anoures sont dépourvus de balanciers et de dents; mais ils présentent en arrière de la bouche, un *organe adhésif,* et le pourtour de la cavité buccale est occupé par un *bec corné.*

Spemann et Schotté (1932) ont réalisé l'expérience remarquable que voici. Ils prélèvent, dans une gastrula de *Bombinator* ou de *Rana,* en n'importe quel point de la surface, un fragment d'ectoderme, et le greffent dans la région buccale présomptive d'une gastrula de Triton de même âge. Ils constatent que l'ectoderme greffé donne naissance à de magnifiques appareils adhésifs présentant une structure absolument normale. Comme l'appareil adhésif, ainsi que tous les organes épidermiques ne peut se développer que sous l'influence inductrice des tissus sous-jacents, nous sommes forcés de conclure que l'organisateur de Triton a induit un organe qui est absolument étranger à sa constitution d'Urodèle.

Rotmann (1935) a réalisé l'expérience inverse, et a obtenu le développement de balanciers en insérant de l'ectoderme de Triton dans la région buccale présomptive de *Bombinator*. Et, dans un cas où la greffe était oblique, il a obtenu un têtard où l'on voyait côte à côte, une ventouse et un balancier.

Mangold (1931) a réalisé, dans ce domaine, une expérience bien curieuse. Les jeunes larves d'Axolotls sont dépourvues de balanciers. On pouvait se demander si leur absence provenait d'un défaut d'induction ou d'une propriété des tissus ectodermiques. Or, en greffant de l'ectoderme de Triton dans la région buccale présomptive de gastrulas d'Axolotls, il a obtenu le développement de balanciers, tandis que la transplantation inverse donnait un résultat négatif. Ce qui prouve que la faculté inductrice de l'Axolotl est normale, mais que son épiderme est incapable de donner naissance à un balancier.

Des expériences de Holftreter (1935, 1936) et de Schotté (1936) ont montré que le bec corné des têtards d'Anoures et les dents des Urodèles se comportent de la même façon que les balanciers ou les organes adhésifs.

De tout cela nous pouvons conclure que si l'induction est un processus très général, non spécifique, présentant chez tous les Vertébrés, les mêmes caractères, il n'en est pas de même des organes induits, dont la réaction est étroitement spécifique. Par tous ces caractères, l'action inductrice de l'organisateur se rapproche singulièrement des *actions hormoniques*.

VI. — La nature du principe inducteur.

Les expériences précédentes nous conduisent à admettre que l'induction est un processus de nature hormonique qui s'exerce par l'intermédiaire d'une substance chimique sécrétée par l'organisateur. Il faut en préciser la nature, et, en ce domaine, l'embryologiste doit laisser la place au biochimiste. De très nombreux travaux ont été consacrés, en ces dernières années, à l'étude de la nature de la substance inductrice. Cette étude s'est révélée extrêmement complexe, et nous devons nous borner ici à quelques indications sommaires.

Les recherches de Waddington, Needham, Nowinski et Lemberg (1934, 1935) ont montré que l'inducteur inclus dans la lèvre dorsale, est très probablement un corps de la famille des *stérols*, groupe d'une importance biologique considérable puisque c'est à lui que se rattachent les acides biliaires, la vitamine D antirachitique, les substances cancérogènes, les hormones sexuelles, etc.

Mais, le problème s'est singulièrement compliqué le jour où Holftreter (1933) a montré que, si le pouvoir inducteur est limité, dans la gastrula vivante, à la lèvre dorsale, celui-ci apparaît dans n'importe quel fragment de la gastrula, si ce fragment a été tué par dessiccation, ébullition, congélation, immersion dans l'alcool, etc. Et, le pouvoir inducteur apparaît dans les tissus des animaux les plus divers (depuis les Vers jusqu'aux Mammifères) lorsque les fragments ont été traités de la façon que nous venons de dire.

L'interprétation de ces faits est délicate. Voici l'explication qu'en donnent Waddington, Needham et Brachet (1936). L'inducteur qu'ils appellent évocateur n'existerait sous sa forme active que dans la lèvre dorsale, mais il serait largement répandu, dans tous les organismes, sous une forme inactive qui serait probablement un complexe protéo-glycogénique. Sous l'action de divers traitements (cuisson, action des acides gras, du bleu de méthylène) ce complexe libérerait l'inducteur actif de nature stérolique.

VII. — La notion d'organisateur chez les Vertébrés autres que les Batraciens.

Nous sommes maintenant en mesure d'affirmer que l'organisateur et les phénomènes d'induction se retrouvent avec leurs caractères essentiels dans tout le phylum des Vertébrés.

Des inductions par greffes de lèvres dorsales ont été obtenues chez divers Téléostéens : chez la Perche et chez *Fundulus* (Oppenheimer, 1934, 1936) et chez la Truite (Luther, 1935).

Les expériences de Waddington (1932, 1933, 1934) ont permis de retrouver, chez le Poulet, les caractéristiques essentielles de l'induction découverte chez les Batraciens. Des transplantations de lignes primitives ont permis d'obtenir des inductions secondaires très nettes. La partie antérieure de la ligne primitive semble correspondre à un organisateur céphalique, sa partie postérieure à un organisateur du tronc. Toute la ligne primitive est inductrice; le mésoderme seul paraît inducteur; Waddington n'a pu obtenir d'inductions nettes avec le matériel cordal.

Nous avons déjà dit que Waddington (1934) avait réussi à déterminer des inductions chez le Lapin par greffes de lignes primitives de Poulet et que, plus récemment (1937), il avait obtenu des inductions chez le Poulet par greffes de lignes primitives de Lapins. Ces expériences prouvent que les phénomènes d'induction existent chez les embryons de Mammifères comme dans les embryons des autres classes. Mais, jusqu'ici, les

greffes d'inducteurs de Lapins sur germes de Lapins n'ont donné, en raison de difficultés techniques, que des résultats peu nets.

VIII. — Les recherches d'Embryologie expérimentale effectuées sur les œufs d'insectes.

Les phénomènes d'induction paraissent jusqu'ici propres à l'embranchement des Vertébrés, ou plus exactement on n'a observé de phénomènes exactement comparables chez aucun Invertébré. Les phénomènes d'induction mis en évidence chez les Echinodermes par Hörstadius, ont une signification assez différente.

Il est, en particulier, un point qui mérite de retenir l'attention. On sait que le développement des Procordés, celui de l'Amphioxus, en particulier, rappelle singulièrement celui des Vertébrés inférieurs. Or, chez les Procordés, les phénomènes d'induction semblent faire défaut ou ne jouer qu'un rôle secondaire (voir cependant Tung, 1934). Le système nerveux se développe, au moins chez les Ascidies, par autodifférenciation, alors que chez tous les Vertébrés, c'est un organe qui s'édifie sous l'influence d'un organisateur. Il y a là une opposition entre Vertébrés et Invertébrés que rien jusqu'ici ne vient atténuer.

L'œuf des Insectes a donné lieu, depuis une douzaine d'années, à de remarquables recherches dont nous allons exposer les principaux résultats. Ces expériences ont révélé l'existence, au cours de l'ontogénèse, de centres d'individuation dont le mode d'action est très différent de celui de l'organisateur des Vertébrés, mais qui exercent sur la marche du développement, une influence analogue.

Ces recherches sont dues, en grande partie à F. Seidel et à ses élèves. Seidel a donné, en 1936, une excellente mise au point de la question. Depuis cette date, a paru un important mémoire de A. M. du Bois (1938) consacré à des recherches d'Embryologie expérimentale sur l'œuf de *Sialis lutaria*.

Bornons-nous à analyser ici les recherches de Seidel sur l'œuf de l'Agrionide, *Platycnemis pennipes*. C'est le germe sur lequel l'analyse expérimentale a été poussée le plus loin, et cela grâce au fait que cet œuf est un œuf de type régulateur chez lequel la détermination des ébauches est tardive.

Deux centres jouent, *successivement*, un rôle capital dans le développement de cet Insecte :

1) Le *Centre formateur (Bildungszentrum)*. — Ce centre est situé au pôle postérieur de l'œuf. Son action débute vers le stade à 256 noyaux, au moment où le blastoderme commence à se constituer. Son activité ne se manifeste que lorsque les noyaux ont pénétré à son intérieur; elle ne s'exerce que pendant le temps de la formation du blastoderme, et cesse dès que celui-ci se différencie pour donner la bandelette embryonnaire.

Seidel a mis en évidence l'existence de ce centre en pratiquant, à différents niveaux, des ligatures de l'œuf en segmentation. Lorsque la ligature est effectuée dans la région postérieure de l'œuf, Seidel a montré que le résultat dépend de la nature de la ligature. Si la ligature est *lâche*, le développement se poursuit dans la partie antérieure comme dans la partie postérieure, mais chaque moitié de l'œuf ne donne naissance qu'à un embryon partiel, à une région antérieure en avant, à une région postérieure, en arrière.

Si la ligature est faite au même endroit, mais de façon *serrée*, le résultat est différent. Dans ce cas, la moitié postérieure se développe en un embryon partiel, comme dans le cas précédent, tandis que la moitié antérieure ne se différencie pas et ne forme pas de blastoderme.

Seidel interprète ces expériences en invoquant l'existence d'un *centre formateur (Bildungszentrum)*, situé dans la partie postérieure de l'œuf et qui émettrait, d'arrière en avant, une substance déterminant la différenciation du blastoderme. Si la ligature est lâche, la substance peut diffuser dans la partie antérieure de l'œuf et entraîner la différenciation du blastoderme. Si la ligature est serrée, la substance est arrêtée au niveau de la ligature, la différenciation du blastoderme n'a pas lieu.

Des expériences de ligature et de destruction au thermocautère montrent que l'étendue du centre formateur varie dans le cours du développement; le centre formateur qui est strictement localisé au pôle postérieur de l'œuf, au début de la formation du blastoderme, s'étend par la suite pour occuper tout le quart postérieur de l'œuf.

2) *Le centre différenciateur (Differenzierungszentrum)*. — La suite du développement semble dépendre d'un centre auquel Seidel a donné le nom de *centre différenciateur*. Ce centre a été mis en évidence par des recherches d'ordre purement descriptif (Seidel, 1924). Il marque le point où les cellules blastodermiques s'accumulent en premier lieu; c'est là qu'apparaissent les premiers segments et les premiers appendices; c'est là que débute la différenciation histologique des feuillets et des organes. De ce point, la différenciation s'étend progressivement vers l'avant et vers l'arrière. Chez tous les Insectes, le centre différenciateur correspond à la région du premier

segment thoracique. SEIDEL a montré par la suite que ce centre différenciateur joue au point de vue du déterminisme de l'ontogénèse, un rôle de premier plan, et voici comment.

Si l'on effectue une ligature dans le tiers antérieur de l'œuf, on constate que seule la partie située en arrière de la ligature se développe; la partie antérieure dégénère. Mais, la partie postérieure ne donne pas, comme dans les expériences précédentes, un embryon partiel, mais *un embryon complet, bien que nain.* Si l'œuf appartenait au type des œufs en mosaïque, une étendue plus ou moins grande de la tête devrait faire défaut dans l'embryon issu de l'œuf ligaturé. Puisque l'embryon obtenu est entier et normal, cela prouve qu'il y a eu *régulation.*

La régulation n'a plus lieu si la ligature est faite au-dessous d'un niveau correspondant à l'emplacement du centre différenciateur. Les embryons qui se développent au-dessous de la ligature sont alors dépourvus de tête ou même de thorax.

SEIDEL déduit de ces expériences et d'autres que nous ne pouvons pas citer que la régulation est liée au fonctionnement du centre différenciateur. Il admet que l'action du centre différenciateur, contrairement à celle du centre formateur, ne s'exerce pas par l'intermédiaire d'une substance chimique; en effet, le degré de serrage de la ligature est, dans ce cas, sans importance. SEIDEL admet que l'action du centre différenciateur est d'ordre *dynamique* (onde de contraction du vitellus).

IX. — **Conclusions.**

Les recherches de SPEMANN sur les Batraciens, celles de SEIDEL sur les Insectes, ont mis en évidence l'existence de centres d'individuation dont les modes d'action sont divers, mais qui assurent dans tous les cas, la différenciation du matériel environnant. Ces centres d'individuation ou centres organisateurs possèdent une large autonomie et un pouvoir étendu de réorganisation. Ils assurent l'individualité de l'organisme, en déterminant des corrélations entre ses différentes parties, et en permettant le développement d'un organisme complet à partir d'un germe mutilé. En s'imposant aux territoires non encore différenciés, ils permettent le développement harmonieux du tout. Ces centres d'individuation présentent ainsi deux des caractéristiques essentielles de la matière vivante : l'individualité et la hiérarchie.

A. Vandel,
Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

BIBLIOGRAPHIE

ABRÉVIATIONS

A. B. Archives de Biologie.
A. E. M. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen.

Paragraphe I (Ouvrages généraux)

DALCQ (A.) : L'organisation de l'œuf chez les Chordés. Paris, 1935.

HUXLEY (J. S.) AND BEER (G. R. DE) : The Elements of experimental Embryology. Cambridge, 1934.

SCHLEIP (W.) : Die Determination der Primitivenentwicklung Leipzig, 1929.

SPEMANN (H.) : Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Entwicklung. Berlin. 1936.

Paragraphe II

DALCQ (A.) et PASTEELS (J.) : *A. B.* XLVIII, 1937.
HORSTADIUS (S.) : *A. E. M.* CXXXV, 1936.
LILLIE (F. R.) : *A. E. M.* CXVIII, 1929.
LINDAHL (P. E.) : *A. E. M.* CXXVIII, 1933.
— : *Acta Zoologica.* XVII, 1936.
UBISCH (L. VON) : *Zeit. wiss. Zool.* CXXIV, 1925.

Paragraphe III (Explantations)

HOLFTRETER (J.) : *A. E. M.* CXXIV, 1931.
— : *Biol. Zentralbl.* LIII, 1933.

Paragraphe IV (Différenciations régionales de l'organisateur)

HOLFTRETER (J.) : *A. E. M.* CXXXIV, 1936.
SPEMANN (H.) : *A. E. M.* CXXIII, 1931.

Paragraphe V (Induction et Spécificité)

BYTINSKI-SALZ (H.) : *A. E. M.* CXIV, 1929.
GEINITZ (B.) : *A. E. M.* CVI, 19..5.
HATT (P.) : *Archiv. Anat. microscop.* XXX, 1934.
HOLFTRETER (J.) : *A. E. M.* CXXXIII, 1935. CXXXIV, 1936.
MANGOLD (O.) : *Naturwiss.* XIX, 1931.
ROTMANN (E.) : *A. E. M.* CXXXIII, 1935.
— : *Verhandl. zool. Gesell.* 1935.
SPEMANN (H.) und SCHOTTÉ (O.) : *Naturwiss.* XX, 1932.
WADDINGTON (C. H.) : *Jour. exper. Biol.* XI, 1934.
— : *A. B.* XLVIII, 1937.

Paragraphe VI (Nature du principe inducteur)

HOLFTRETER (J.) : *A. E. M.* CXXVIII, 1933.
WADDINGTON (C. H.), NEEDHAM (J.), NOWINSKI (W. W.), NEEDHAM (D. M.) and LEMBERG (R.). *Nature,* CXXXIV, 1934.
WADDINGTON (C. H.), NEEDHAM (J.), NOWINSKI (W. W.) and LEMBERG (R.) : *Proceed. Roy. Soc. London.* B. CXVII, 1935.
WADDINGTON (C. H.), NEEDHAM (J.) and BRACHET (J.) : *Ibid.* CXX, 1936.

Paragraphe VII

(*Organisateur chez les Vertébrés autres que les Batraciens*)
LUTHER (W.) : *Biol. Zentralbl* LV, 1935,
OPPENHEIMER (J. M.) : *Proceed. Nat. Acad. Sc. Washington.* XX. 1934.
— : *Jour. Exper. Zool.* LXXII, 1936.
WADDINGTON (C. H.) : *Philos. Transac. Roy. Soc. London.* CCXXI, 1932.
— : *A. E. M.* CXXVIII, 1933.
— : *Jour. exper. Biol.* X, 1933.
— : *A. B.* XLVIII, 1937.
WADDINGTON (C. H.) and SCHMIDT (G. A.) : *A. E. M.* CXXVIII, 1333.

Paragraphe VII (Insectes)

BOIS (A. M. du) : *Rev. Suisse Zool.* XLV 1938.
SEIDEL (F.) : *Zool. Anz. 9 Supplbd.* 1936.

L'YPÉRITE ou GAZ MOUTARDE

SON HISTOIRE, LE SECRET DE SA PUISSANCE, SON AVENIR

ACHTUNG! GASGEFAHR!

ARMENTIÈRES DURCH

Gelbkreuz verseucht!

Häuser und Unterstände nicht betreten!

Ohne Halt durchmarschieren!

KEIN WASSER ZUM TRINKEN ODER WASCHEN ENTNEHMEN!

Attention! Danger des gaz! Armentières est *infestée de gaz « Croix jaune! »* Ne pas pénétrer dans les maisons et dans les abris! Ne recueillir aucune eau soit pour la boisson, soit pour le lavage!

Texte d'une des affiches apposées sur les murs de la ville d'Armentières, en 1918, par la Kommandantur allemande. — Cf. *Eine ganze Welt gegen uns* (Tout un monde contre nous), Photo. n° 255. Edit. : ULLSTEIN, Berlin, 1935.

INTRODUCTION

De toutes les substances agressives utilisées au cours de la grande guerre, l'Ypérite ou Gaz moutarde a été, sans conteste, l'arme chimique la plus redoutable et la plus efficace. Grâce à sa permanence, à son caractère insidieux et sournois et à sa singulière activité physiologique, ce composé vésicant constitue une merveilleuse arme de combat et un précieux auxiliaire de la défense. Aussi, son indiscutable suprématie sur tous les autres gaz[1] lui a-t-il valu, à bon droit, le titre de « *Roi des Gaz de combat* » (Der König der Gas, Der König der Kampfstoffe[2], The King of battle gases[3]), vivante appellation qu'il mérite au plus haut point et que lui confèrent ses exceptionnelles propriétés.

Le but de cette courte monographie, dégagée de toute documentation technique inutile, est de décrire à grands traits l'histoire de ce dangereux composé, dont on parle beaucoup et que l'on connaît si peu et si mal.

1. Depuis l'attaque allemande par vague de chlore du 22 avril 1915, entre Bixschoote et Langemarck (Flandres belges), qui coûta aux alliés 15.000 gazés, dont 5.000 morts, il est d'usage de désigner par l'expression générique « *Gaz de combat* » les substances agressives utilisées dans la guerre aérochimique. Cette dénomination est à la fois trompeuse et fort impropre : à la température ordinaire et à la pression normale, certaines de ces substances (chlore, phosgène) sont effectivement gazeuses ; mais la plupart d'entre elles sont des liquides (l'Ypérite, par exemple) ou même des solides (presque toutes les arsines).

2. Cf. : MUNTSCH O.) : *Leitfaden der Pathologie und Therapie der Kampfgaserkrankungen* (p. 17). Edit. : THIEME, Leipzig ; 1932, et MULLER (U.) : *Die chemische Waffe*, p. VI, (7e et 9e édit.) Edit. : VERLAG CHEMIE, Berlin, 1935.

3. Cf. : PRENTISS (A.M.), *loc. cit.*, p. 188.

« *Mustard gas is assured of a secure position in the future and it is safe to predict that mustard gas will play a dominant role in future chemical warfare until replaced by a more effective agent which has not as yet made its appearance.* »

La situation du gaz moutarde dans l'avenir est assurée. On peut, avec certitude, prédire que le gaz moutarde jouera un rôle prépondérant dans la guerre chimique future, à moins qu'il ne soit remplacé par un agent plus actif qui, selon toute apparence, n'a pas encore été préparé.

PRENTISS (Lieutenant-Colonel A. M.), de l'*American Chemical Warfare Service*, Directeur technique de l'Arsenal d Edgewood (Etats-Unis-.)

Chemical in War (Les composés chimiques dans la guerre), p. 189. Edit. : MC GRAW-HILL BOOK COMPANY, New-York, 1937.

HISTORIQUE (1822-1918).

a) De César Despretz à Viktor Meyer.

Le *sulfure d'éthyle dichloré*, plus connu sous les dénominations de guerre de « *Gaz moutarde* » et « *Ypérite* », a été entrevu, en 1822, par l'illustre physicien français César DESPRETZ[4].

Un demi-siècle plus tard, en 1859, l'allemand A. NIEMANN[5], de l'Université de Göttingen et l'anglais Frederick GUTHRIE[6], alors démonstrateur de chimie à l'Université d'Edimbourg, reprenant et perfectionnant indépendamment la méthode de DESPRETZ, isolaient définitivement le sulfure d'éthyle dichloré, décrivaient avec précision ses principales propriétés physiques et chimiques et signalaient, d'une façon prophétique, l'extraordinaire action vésicante de ce composé huileux, d'apparence fort inoffensive.

En 1886, le célèbre chimiste allemand Viktor MEYER[7] découvrait un nouveau mode de préparation et entreprenait, systématiquement, l'étude chimique et physiologique de l'Ypérite.

Pendant 30 ans, le sulfure d'éthyle dichloré vécut dans l'oubli presque complet. Sa réapparition, en juillet 1917, devait être inattendue et brutale.

4. Mémoire inédit de DESPRETZ intitulé « *Sur les composés triples du chlore* », présenté à l'Académie des Sciences dans la séance du 2 décembre 1822, (Académie des Sciences. Procès-verbaux des séances de l'Académie tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835 ; **7**-396 et 407).

Cf : CATTELAIN (E.) : « *Le physicien César Despretz et la découverte de l'Ypérite* », *Journ. Pharm. et Ch.*, 1935-[8]-**22**-512.

5. *Liebigs Ann.*, 1860-**113**-288.

6. *Chem. Soc.*, 1860-**12**-113.

7. *Ber. dtsch. chem. Ges.*, 1886-**19**-3259. Plusieurs de ses collaborateurs ayant été gravement intoxiqués, Viktor MEYER ne poursuivit pas ses recherches.

b) **La surprise.**

Comment le Grand Etat-Major allemand fut-il amené à recourir au Gaz moutarde ?

Jusqu'en juillet 1917 les gaz de combat utilisés par l'artillerie allemande appartenaient exclusivement à deux types : *a*) type *Croix blanche*[8] ou groupe des *Lacrymogènes*, composés d'agressivité immédiate provoquant une irritation violente mais passagère de la muqueuse oculaire, irritation se traduisant par un incoercible picotement, un clignotement invincible des paupières et un écoulement abondant de larmes et *b*) type *Croix verte* ou groupe des *Suffocants*, substances immédiatement agressives, déterminant une violente et souvent très grave inflammation de l'appareil respiratoire.

Mais les multiples perfectionnements apportés par les alliés au masque à gaz avaient rendu la protection très efficace. Pour rendre à la guerre des gaz toute son activité tactique, il convenait donc de découvrir des composés d'un type nouveau, pouvant forcer l'entrée des masques ou léser fortement les autres parties du corps non protégées.

Les deux problèmes furent résolus simultanément et avec beaucoup de science par les chimistes allemands qui proposèrent l'emploi, d'une part, de la *diphénylchloroarsine* ou *Clark I*, composé chloroarsénié du type *Croix bleue* ou groupe des *Sternutatoires*[9] (= irritants respiratoires), d'autre part, du *sulfure d'éthyle dichloré* ou *Gaz moutarde* composé chlorosulfuré, principal représentant du type *Croix jaune* ou groupe des *Vésicants*.

La valeur tactique des deux nouveaux gaz de combat était considérable :

a) La *diphénylchloroarsine*, composé solide, se trouve dispersée par la charge explosive, lors de l'éclatement de l'obus, en particules extraordinairement tenues, d'un volume inférieur à celui des particules de la fumée de tabac; cette poussière ultra-microscopique traversait aisément la cartouche des masques alors en service, provoquant une vive irritation des voies respiratoires : sensation de brûlure du pharynx et de la trachée, éternuements incoercibles, toux irritante, écoulement nasal et salivaire, nausées et même vomissement. Les combattants, dans l'obligation absolue de retirer leur masques[10], étaient alors livrés sans défense à l'action des gaz suffocants que l'artillerie ennemie envoyait simultanément sous forme de rafales d'obus Croix verte[11].

b) L'*Ypérite*, liquide insidieux et sournois, doué d'un redoutable pouvoir vésicant et toxique, capable d'attaquer tous les téguments et toutes les muqueuses en déterminant des lésions graves et très rebelles, amena une fonte brutale des effectifs.

C'est en 1916 que l'illustre chimiste Fritz HABER, promoteur et organisateur de la guerre des gaz en Allemagne et le savant physiologiste Ferdinand FLURY, professeur à l'Institut pharmacologique de WÜRTZBURG, proposèrent l'emploi du Gaz moutarde au Grand Etat-Major allemand[12]. Fabriquée dans le plus grand secret, elle fut projetée en abondance, pendant la nuit du 12 au 13 juillet 1917, dans un secteur occupé par les troupes anglaises[13] au voisinage de la ville

---

8. Rappelons que les Allemands avaient groupé leur obus spéciaux en 4 catégories par l'apposition sur ceux-ci d'une croix de couleur différente (blanche, verte, bleue et jaune) destinée à permettre leur différenciation facile et par suite, à éviter les erreurs, chaque catégorie répondant à un emploi tactique différent :

a) *Weisskreuzkampfstoffe* ou *Substances agressives Croix blanche* : Groupe des Lacrymogènes.

b) *Grünkreuzkampfstoffe* ou *Substances agressives Croix verte* : Groupe des Suffocants.

c) *Blaukreuzkampfstoffe* ou *Substances agressives Croix bleue* : Groupe des Sternutatoires.

d) *Gelbkreuzkampfstoffe* ou *Substances agressives Croix jaune* : Groupe des Vésicants.

9. Encore dénommé *Groupe des Arsines*. Ces dernières dérivent de l'hydrogène arsénié $As\begin{smallmatrix}H\\H\\H\end{smallmatrix}$ comme les amines de l'ammoniac $N\begin{smallmatrix}H\\H\\H\end{smallmatrix}$, les atomes d'hydrogène étant remplacés partiellement ou totalement par des radicaux organiques monovalents (methyl, éthyl, vinyl, phenyl, etc.) associés ou non à des groupes électro-négatifs (-chlore, cyanogène, etc.). Exemples :

$(C^6H^5)_2 > As\text{-}Cl$ — *Diphénylchloroarsine* (Syn : Clark I ou DA).

$(C^6H^5)_2 > As\text{-}CN$ — *Diphénylcyanarsine* (Syn : Clark II ou (CA)

10. Le diamètre de ces particules est de l'ordre du demi-micron, soit du deux millième de millimètre. Or, les pores du papier à filtrer ordinaire ont un diamètre d'environ trois millièmes de millimètre.

Le poids de ces mêmes particules est extrêmement faible, soit un milliardième de milligramme. Pour avoir un milligramme de particules par mètre cube concentration habituelle des nuages irritants), il faut donc en répandre un milliard, soit 1 000 par centimètre cube.

Cf. l'excellent travail du Prof. P. ERCULISSE, de l'Université de Bruxelles, dans l'ouvrage intitulé *École supérieure de protection contre les gaz de combat ; Précis des Cours* (chap. : *Chimie des gaz de combat*, p. 88 et suivantes), édité par le Commissariat général belge de la Protection aérienne (Ministère de l'Intérieur, Bruxelles, 1937).

11. D'où le nom de *Maskenbrecher* ou *Brise-masque* donné à la diphénylchloroarsine par les Allemands.

12. HANSLIAN (R.) : *Der chemische Krieg*, p. 49 ; 2e édit., Edit. : MITTLER et Fils, Berlin. 1927. Cf., en outre : FLURY (F.) et ZERNIK (F.) *Schädliche Gase*, p. 316 ; Edit. : SPRINGER, Berlin, 1931.

13. Lire l'impressionnant récit de cette attaque dans HANSLIAN (R.). *loc. cit.*, p. 115 et dans *Official History of the War. Medical Services. Diseases of the War*, vol. II, Londres. 1923.

Mettant à profit le désarroi provoqué parmi les troupes anglaises par l'emploi si inattendu de ce nouveau gaz de combat, les batteries allemandes, pendant trois semaines, du 13 juillet au 4 août 1917, envoyèrent un nombre considérable d'obus à Ypérite (du calibre 77 et 105 mm.) vers les tranchées occupées par nos alliés dans le secteur compris entre Nieuport et Armentières (pertes totales : 14.726 gazés, dont 500 morts).

d'Ypres, d'où le nom d'*Ypérite* qui fut immédiatement donné en France à cette substance que les Allemands désignaient sous le mystérieux nom de *Lost*, mot composé rappelant les noms des deux chimistes allemands LOMMEL et STEINKOPFF [14] qui mirent au point sa fabrication technique. Les Anglais et les Américains la qualifièrent de *Mustard Gas* (Gaz moutarde) en raison de son odeur faible rappelant celle de certaines essences de Crucifères.

c) La défense et la riposte.

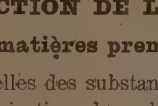
Après la surprise, la défense et la riposte. Grâce à un échantillon très pur qu'avait gardé, d'études antérieures, Charles MOUREU [15], Professeur de Chimie organique au Collège de France et André KLING, Directeur du Laboratoire municipal de Paris, l'identification du produit put être faite en quelques jours et avec une entière certitude [16]. Dès lors, en coopération étroite, chimistes et physiologistes se mirent à l'œuvre, et, dans la solitude de leurs laboratoires, fournirent un magnifique effort qui fut couronné d'un plein succès et qui fait le plus grand honneur à l'intelligence et à la science française : Alexandre DESGREZ [17], Professeur de Chimie biologique à la Faculté de Médecine de Paris, démontrait que le chlorure de chaux constituait un neutralisant parfait de l'Ypérite, André MAYER [18], Directeur du Laboratoire de Physiologie des Services chimiques de guerre, effectuait, avec l'aide d'éminents collaborateurs, l'étude toxicologique très complète de ce nouveau gaz de combat. Gabriel BERTRAND, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, André JOB, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et ses collaborateurs GOISSEDET et GUINOT [19] procédaient à de très importantes recherches sur la préparation de l'Ypérite; Marcel DÉLÉPINE [20], Professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris, et ses collaborateurs effectuaient de savants travaux sur la constitution et les propriétés du Gaz moutarde. En mars 1918, sa fabrication industrielle était entreprise par la *Société chimique des Usines du Rhône* dans son usine de Péage-de-Roussillon (Isère) et, vers la fin du mois de mai, l'artillerie française recevait les premiers projectiles à Ypérite.

La France fut, parmi les alliées, la première à fabriquer de l'Ypérite [21], et en quantité bientôt si considérable (240 kilogs en mars 1918 et 510 tonnes en octobre de la même année), que cette production devenant supérieure à la consommation, il lui fut possible de ravitailler différents belligérants : Belgique, Etats-Unis, Grèce et Italie. Comme l'attestent d'une façon indubitable et irréfutable les ordres émanant des Etats-majors allemands, l'apparition de l'Ypérite dans les munitions françaises produisit une impression profonde parmi les troupes ennemies. Avec le puissant concours de l'Ypérite (l'artillerie française utilisa plus de 4.200.000 projectiles chargés de Gaz moutarde [22]), la vigoureuse offensive de l'armée allemande était définitivement arrêtée; cette réplique, brillant résultat du labeur opiniâtre et de la persévérante énergie de nos savants, contribua fortement à notre victoire.

LA PRODUCTION DE L'YPERITE

A) Les matières premières.

Comme toutes celles des substances agressives et explosives, la fabrication du sulfure d'éthyle dichloré β-β' ou Ypérite [23]



14. MÜLLER (U.) : *Loc. cit.*, p. 87.

15. MOUREU (Ch.) : *Discours et Conférences sur la Science et ses applications*, p. 123-127. Edit. : GAUTHIER-VILLARS et Cie. Paris. 1927. Conférence intitulée « *Les gaz de combat* », faite le 14 mars 1920 au Conservatoire national des Arts et Métiers. Cf. en outre : CORNUBERT (R.) *La guerre des gaz*, dans : *Les Actualités de Chimie contemporaine* (1e S.) p. 30-34 ; Edit. : DOIN. Paris, 1922.

16. En réalité, le *pouvoir vésicant* du sulfure d'éthyle dichloré avait déjà retenu l'attention de plusieurs savants français. En 1916, Charles MOUREU en prépara une petite quantité et André MAYER l'étudia au point de vue physiologique, mais le Service chimique de guerre français n'envisageant que le *pouvoir toxique* de l'Ypérite, la difficulté de sa préparation et sa faible volatilité, renonça à son emploi militaire. Cf. l'excellent opuscule de A. MEYER, Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon : *Les « Gaz de Combat »*, p. 24 ; Edit. : CHARLES-LAVAUZELLE et Cie. Paris, 1936.

17. DESGREZ (A.), GUILLEMARD (H.) et LABAT (A.) : *Recherche sur la protection contre le dichlorosulfure d'éthyle* (Ypérite). CHIMIE ET INDUSTRIE, 1921, **6**. [2]. 842.

18. Le mode d'action des substances toxiques mises en œuvre par nos ennemis a fait l'objet, de la part des savants français, de fort importants et nombreux travaux. C'est ainsi que l'expérimentation très étendue à laquelle se livrèrent, pendant trois ans, André MAYER et ses collaborateurs, a porté sur plus de 16.000 animaux. Les résultats en furent consignés dans plus de 750 notes et rapports : (MAYER (A.) *Mode d'action des gaz utilisés au cours de la guerre. C. R.*, 1920, **170**, 1073).

19. *Bull. Soc. chim.*, [5], 1938-**5**-4.

20. Actuellement Professeur au Collège de France. Cf., DELÉPINE, FLEURY et VILLE. *Recherches sur le sulfure d'éthyle β-β' dichloré*, *C. R.*, 1921. **172**, 1238.

21. Aux Etats-Unis cette fabrication commença en juillet 1918 (*Ind. Eng. Chim.*, 1919. **2**, 5) Elle ne fut entreprise en Angleterre qu'en septembre 1918, donc à la fin des hostilités (*Journ. of royal Artillery*, 1920, **46**, n° 11).

22. Soit 2.400.000 obus du calibre de 75 mm. et 2.135.000 obus de gros calibre.

23. Afin de permettre la différenciation des multiples composés dérivés du sulfure d'éthyle

par remplacement partiel ou total des atomes d'hydrogène par des atomes d'halogène ou des radicaux, les chimistes

met en œuvre des matières premières qu'en période normale l'industrie chimique produit et consomme en abondance :

1) *Alcool éthylique*, précieux auxiliaire de toutes les activités chimiques en temps de paix.

2) *Chlorure de chaux*, oxydant fort actif que l'industrie du blanchiment utilise en grande quantité pour la décoloration des fibres textiles.

3) *Monosulfure de sodium*, puissant agent d'épilage utilisé en tannerie et l'indispensable matière première pour la fabrication des colorants au soufre.

4) *Acide chlorhydrique*, générateur de multiples et fort divers composés.

5) *Chlorures de soufre*, vulcanisants parfaits du caoutchouc.

B) **Les méthodes utilisées.**

La vieille méthode de César DESPRETZ, perfectionnée par NIEMANN et GUTHRIE et celle plus récente de Viktor MEYER furent utilisées par les nations belligérantes pour la fabrication de l'Ypérite[24]. Toutes deux font appel à l'*éthylène*, cet hydrocarbure non saturé gazeux que la méthode catalytique imaginée par les savants français SABATIER et MAILHE et perfectionnée par le chimiste russe IPATIEFF permet d'obtenir industriellement, et avec des rendements presque théoriques, en déshydratant, vers 350-450°, à l'aide de coke imprégné d'alumine ou de thorine, l'alcool éthylique[25] :

$$\underset{\text{Alcool éthylique}}{CH^3CH^2OH} = \underset{\text{Ethylène}}{CH^2 = CH^2} + \underset{\text{Eau}}{OH^2}$$

désignent les quatre atomes de carbone par les lettres grecques α et α′ (carbones directement liés à l'atome de soufre), β et β′

$$S\begin{cases}\overset{\alpha}{CH^2} - \overset{\beta}{CH^3} \\ \underset{\alpha'}{CH^2} - \underset{\beta'}{CH^3}\end{cases}$$

24. La fabrication industrielle de l'Ypérite est décrite d'une façon très précise et avec une grande clarté d'exposition dans le magistral ouvrage de Paul PASCAL, Professeur de chimie générale à la Faculté des Sciences de Paris : *Explosifs. Poudres. Gaz de combat*, p. 267 et suivantes. Edit. : HERMANN et Cie. Paris, 1925.

Cf., en outre, LIBERMANN : *Khimija i Tecnologija otravljajuscikh vescstcestv*, Moscou, 1931.

Hugo STOLTZENBERG, industriel à Hambourg, a publié, en 1930, un excellent manuel pour la préparation des principales substances agressives : *Einleitung zur Herstellung von Ultragiften* (Introduction à la preparation des ultra-poisons ; édité par l'auteur). La préparation de l'Ypérite est décrite d'une façon parfaite et dans les moindres détails (p. 43 à 54) dans ce précieux guide (dont la vente a été interdite en Allemagne) rédigé par un auteur dont la compétence en matières de gaz de combat est bien connue.

25. Il se produit, en même temps, une déshydrogénation de l'alcool :

$$\underset{\substack{\text{Alcool}\\\text{éthylique}}}{CH^3CH^2OH} = \underset{\substack{\text{Acétal-}\\\text{déhyde}}}{CH^3CHO} + \underset{\substack{\text{Hydro-}\\\text{gène}}}{H}$$

de telle sorte que l'éthylène renferme toujours une petite quantité d'hydrogène.

1° Méthode de Despretz, Niemann et Guthrie ou des Alliés.

En raison des difficultés rencontrées dans la fabrication de la monochlorhydrine du glycol (les usines françaises ne fabriquaient pas, avant-guerre, d'indigo synthétique) et de la nécessité de traiter 25 tonnes de matières diverses pour obtenir une tonne d'Ypérite, les alliés n'utilisèrent pas la méthode de Viktor MEYER, mais exclusivement celle de DESPRETZ, NIEMANN et GUTHRIE.

Cette méthode consiste essentiellement à condenser l'*éthylène* soit avec le *protochlorure de soufre* :

$$Cl^2S^2 + \begin{matrix}CH = CH \\ CH = CH\end{matrix} = S\begin{cases}CH^2 - CH^2Cl \\ CH^2 - CH^2Cl\end{cases} + S$$

soit avec le *bichlorure de soufre*, c'est-à-dire avec du protochlorure de soufre surchargé en chlore :

$$Cl^2S + \begin{matrix}CH = CH \\ CH = CH\end{matrix} = S\begin{cases}CH^2 - CH^2Cl \\ CH^2 - CH^2Cl\end{cases}$$

a) **Procédé au protochlorure de soufre ou anglo-saxon.**

Il fut utilisé exclusivement en Angleterre, puis en Amérique, et seulement sur une petite échelle en France (1/5e de la production totale) : à Lyon, par la « *Société de Savonnerie et de Stéarinerie* » (90 tonnes) et à Pont-de-Claix (Isère), par la Société « *Le Chlore liquide* » (300 tonnes).

Théoriquement très simple, il est expérimentalement fort complexe :

1) Nécessité d'envoyer l'éthylène sous pression de 3 ou 4 kilogrammes dans le protochlorure de soufre refroidi vers 30 à 40°, donc dangers pour le personnel ouvrier (rupture de canalisation, fuites).

2) Libération de soufre difficile à éliminer ou à maintenir en suspension colloïdale.

3) La réaction étant fortement exothermique, nécessité de contrôler sévèrement et fréquemment la température, afin que le soufre ne vienne, sous forme d'un magma épais, incruster les appareils et obturer les conduites.

4) Difficulté de récupérer l'Ypérite imprégnant le soufre déposé.

b) **Procédé au bichlorure de soufre ou français.**

C'est par ce procédé que fut fabriquée la presque totalité de l'Ypérite française (4/5e de la production totale) à Péage-de-Roussillon (Isère), par la « *Société chimique des Usines du Rhône* » (1.500 tonnes) et à Angoulême (Charente), par la « *Pou-*

drerie nationale » (77 tonnes) sous la direction du Professeur PASCAL. Il présente l'avantage de ne donner lieu à aucune séparation de soufre. Il consiste essentiellement à saturer d'éthylène une solution à 10 % de bichlorure de soufre (bien exempt de protochlorure) dans le tétrachlorure de carbone. La solution d'Ypérite à 15 % ainsi obtenue est évaporée afin de séparer le dissolvant, et amenée à une concentration de 85 %. Le but du tétrachlorure de carbone est de modérer l'action chlorurante du bichlorure de soufre et, par suite, d'éviter la formation d'ypérites surchlorées, telle que

$$SCl^2\begin{cases}CH^2-CH^2\,Cl\\CH^2-CH^2Cl\end{cases}$$

sans action vésicante.

Le chlore était fabriqué en France par électrolyse du sel marin, le soufre venait de Sicile et le tétrachlorure de carbone des Etats-Unis.

Au total, et par les deux procédés, les quatre usines françaises, depuis mars à novembre 1918, fabriquèrent environ 2.000 tonnes d'Ypérite, soit 400 tonnes par le procédé au protochlorure de soufre et 1.600 tonnes par le procédé au bichlorure [26].

2° Méthode de Viktor Meyer ou des Allemands.

L'Allemagne, grande productrice d'indigo synthétique, donc grande consommatrice de monochlorhydrine du glycol [27], possédant pour cette fabrication un matériel très perfectionné, des stocks considérables de matières premières et un personnel technique très entraîné, utilisa exclusivement la méthode de Viktor MEYER, laquelle comporte trois réactions essentielles.

Premier temps :

Obtention de la monochlorhydrine du glycol.

L'instable *acide hypochloreux* ClOH, que le gaz carbonique libère si aisément de l'hypochlorite de calcium $(ClO)^2Ca$, l'élément actif du chlorure de chaux [28] :

$$\begin{matrix}ClO\\ClO\end{matrix}\!\!>\!Ca + CO^2 + H^2O = ClOH + CO^3Ca$$

Hypochlorite de calcium — Gaz carbonique — Eau — Acide hypochloreux — Carbonate de calcium

26. Cf. MOUREU (Ch.) : *La Chimie et la Guerre*, p. 78. Edit., MASSON et Cie, Paris, 1920.

27. La monochlorhydrine du glycol $ClCH^2OH$ se condense, en effet, avec l'aniline $C^6H^5NH^2$ pour fournir l'oxyéthylaniline $C^6H^5NH-CH^2CH^2OH$; cette dernière, par déshydrogénation, donne naissance à l'indoxyle dont l'indigo est le dérivé d'oxydation.

La monochlorhydrine du glycol sert, en outre, à préparer l'alcool phénylethylique $C^6H^5-CH^2-CH^2OH$, cet important constituant de l'essence de rose, que la parfumerie moderne utilise en grandes quantités.

28. Le chlorure de chaux est un mélange, en proportions variables, d'hypochlorite de calcium $(ClO)^2Ca$, de chlorure de calcium Cl^2Ca et d'hydroxyde de calcium $^2(HO)Ca$.

est capable de se combiner intégralement avec l'*éthylène* $CH^2=CH^2$, molécule à molécule, en fournissant un liquide épais, la *monochlorhydrine du glycol* $ClCH^2-CH^2OH$:

$$CH^2=CH^2 + ClOH = ClCH^2-CH^2OH$$

Ethylène — Acide hypochloreux — Monochlorhydrine du glycol

c'est-à-dire cette même substance organique à la fois alcool et éther-sel, que l'on obtient en faisant réagir une seule molécule d'acide chlorhydrique ClH sur une molécule de glycol CH^2OH-CH^2OH, composé de consistance sirupeuse, de saveur douce et sucrée, deux fois alcool, qui présente avec son homologue supérieur, la glycérine, une si étroite parenté physique et chimique.

Deuxième temps :

Obtention du thiodiglycol ou oxol.

Le *monosulfure de sodium* SNa^2 est capable de condenser deux molécules de glycol monochloré en échangeant son atome de soufre bivalent contre les deux atomes de chlore monovalent, réaction facile à réaliser, qui donne naissance à un dialcool, le *thiodiglycol* ou *oxol*

$$S\begin{cases}CH^2OH\\CH^2OH\end{cases}:$$

$$\begin{matrix}HOCH^2-CH^2\,Cl\,Na\\+\\HOCH^2-CH^2\,Cl\,Na\end{matrix}\!\!>\!S = \begin{matrix}HOCH^2\\\\HOCH^2\end{matrix}\!\!>\!S + ClNa$$

Glycol monochloré — Monosulfure de sodium — Thiodiglycol — Chlorure de sodium

autre composé sirupeux et sucré, miscible à l'eau, dénué de toute nocivité, tous caractères rappelant son évidente et étroite parenté avec la glycérine et le glycol.

Troisième temps :

Obtention du sulfure d'éthyle dichloré.

L'éthérification des deux fonctions alcool du thiodiglycol par l'*acide chlorhydrique* fournit finalement son éther dichlorhydrique qui n'est autre que l'*Ypérite* :

$$S\begin{cases}CH^2-CH^2\,OH\,H\,Cl\\+\\CH^2-CH^2\,OH\,H\,Cl\end{cases} = S\begin{cases}CH^2-CH^2Cl\\CH^2-CH^2Cl\end{cases} + 2HOH$$

Thiodiglycol — Acide chlorhydrique — Éther dichlorhydrique du thiodiglycol — Eau

La monochlorhydrine du glycol était fabriquée à Ludwigshafen par la célèbre firme « *Badische Anilin-und Sodafabrik* ». Elle était transformée en Ypérite à Leverkusen, autre ville industrielle

rhénane, dans les importantes usines de la *Farbenfabriken Vorm. Fried. Bayer et C°*.

Grâce à l'esprit méthodique de ses techniciens et à sa géniale organisation, l'industrie allemande prépara environ 5.000 tonnes d'Ypérite, à la cadence de 30.000 kilogs par jour dans les derniers mois de la guerre [29].

3° Comparaison des deux méthodes.

La méthode allemande présente trois incontestables avantages :

1° Les produits intermédiaires, monochlorhydrine du glycol et thiodiglycol ne possèdent aucune propriété nocive et, par suite, peuvent être manipulés sans danger par le personnel chargé de la fabrication;

2° Le rendement est élevé, et l'Ypérite obtenue dans un grand état de pureté (Ypérite allemande : 2 à 3 % d'impuretés, Ypérite des alliés : 15 à 20 %), l'eau, seul produit qui l'accompagne, étant facile à séparer par distillation;

3° La monochlorhydrine du glycol peut être aisément stockée en temps de paix, sa transformation en Ypérite, à condition d'avoir une organisation technique parfaite, ne présentant aucune difficulté et pouvant être effectuée avec rapidité.

PRINCIPAUX CARACTERES PHYSIQUES DE L'YPERITE

L'Ypérite [31] se présente sous des apparences fort anodines : à l'état pur, c'est un liquide incolore, huileux, possédant une *très faible odeur* rappelant celle de l'essence de moutarde et produisant un picotement caractéristique de la muqueuse nasale. Le produit industriel, ambré ou brun noirâtre, a tendance à former des nappes et des dépôts à aspect goudronneux adhérents aux récipients (vieux obus); il possède une odeur alliacée spéciale due aux impuretés (sulfures d'éthylène, etc.) qui l'accompagnent.

L'Ypérite est plus lourde que l'eau, sa densité (1,33 à + 13°) étant assez voisine de celle de la glycérine. Sa viscosité est égale à 2,6 fois celle de l'eau (à + 15°). Elle est peu soluble dans l'eau froide (moins d'un gramme par litre d'eau à la température ordinaire) [32] mais très soluble dans les solvants organiques (alcool, éther, chloroforme, benzène, pétrole...), les graisses et les lipoïdes. Peu soluble dans la paraffine, elle est très difficilement soluble dans la vaseline et l'huile de vaseline. Le cuir, grâce à sa structure fibreuse et à son imprégnation en corps gras, l'absorbe lentement. Le sulfure d'éthyle dichloré attaque le caoutchouc.

L'Ypérite entre en ébullition vers 216-217° à la pression atmosphérique en se décomposant légèrement. Elle se solidifie en longues aiguilles incolores entre 13°5 et 14°5.

A l'état de vapeur, l'Ypérite est 5 fois et demie plus lourde que l'air. Le point d'ébullition du sulfure d'éthyle dichloré étant très éloigné de la température ambiante, sa tension de vapeur est donc très faible; aussi est-il difficilement volatil, propriété fort précieuse, car cette lenteur d'évaporation permet une action plus durable et plus tenace. Mais la tension de vapeur de l'Ypérite, donc sa concentration dans l'atmosphère, croît rapidement avec la température [33], ce qui explique que l'on peut, avec une sécurité relative, traverser un terrain souillé d'Ypérite par temps froid et vent violent, alors que la même opération devient fort dangereuse par temps chaud et calme ou au lever du soleil qui suit un bombardement de nuit.

LES DEUX PROPRIETES CHIMIQUES ESSENTIELLES DE L'YPERITE

Deux réactions fondamentales dominent la chimie de l'Ypérite et retiendront notre attention : l'une, réaction d'hydrolyse, permet d'expliquer d'une façon satisfaisante le mécanisme de son action toxique; l'autre, réaction d'oxydation, est d'importance pratique considérable, puisqu'elle rend possible la transformation du Gaz moutarde en divers composés oxygénés peu nocifs ou même dépourvus de toxicité.

a) **L'Ypérite est hydrolysable.** — Ether dichlorhydrique du thiodiglycol, elle est susceptible, comme tous les éthers sels, d'être saponifiée, donc de régénérer, par fixation d'eau, ses constituants :

29. MÜLLER (U.) : *loc. cit.*, p. 87 et MUNTSCH (A.) *loc. cit.*, p. 47.

30. Cf. PRENTISS (A.M.) *loc. cit.*, p. 182.

31. L'étude des propriétés physiques et chimiques de l'Ypérite a fait l'objet d'un grand nombre de travaux. On consultera utilement le récent mémoire du chimiste américain KIRBY E. JACKSON β-β' *Dichlorœthyl Sulfide (Mustard Gas)* CHEMICAL REVIEWS, 1914-**15** 425-462, ainsi que l'excellent ouvrage du chimiste militaire italien M. SARTORI : *Chimica delle Sostanze aggressive*, p. 188-207 ; Edit. : HOEPLI. Milan. 1933.

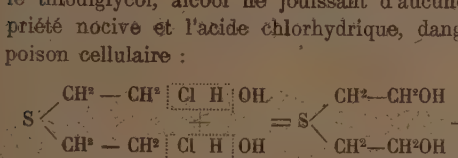
32. 0 gr 33 °/₀₀ à + 10° d'après HOPKINS (*Journ. of Pharmacol. and experim. Therap.*, 1919-**12**-393).

33.

Température	Tension de vapeur (mm/de mercure)	Concentration en milligrammes par m³
—	—	—
15	0,0417	401
20	0,0650	635
25	0,0996	958
30	0,1500	1443
35	0,222	2135

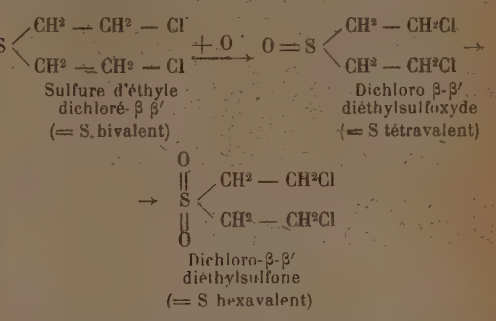
d'après VEDDER (E. B.) : *The medical aspects of chemical Warfare*. p. 127. Edit., WILLIAMS and WILKINS Company, Baltimore, 1925.

le thiodiglycol, alcool ne jouissant d'aucune propriété nocive et l'acide chlorhydrique, dangereux poison cellulaire :



A la solubilité propre de l'Ypérite dans l'eau se superpose ainsi une décomposition. Lente à froid (quelques gouttes d'Ypérite agitées avec quelques centimètres cubes d'eau communiquent néanmoins, rapidement, à ce liquide, une réaction acide très nette), cette hydrolyse est grandement facilitée par la chaleur et la présence d'un grand excès d'eau : de l'eau saturée d'Ypérite ne renferme plus après un chauffage de 20 minutes à 30° ou de quelques minutes à l'ébullition [34], que de l'acide chlorhydrique et du thiodiglycol.

b) **L'Ypérite est oxydable.** — Sous l'action de certains oxydants [35] (eau oxygénée, permanganates alcalins, acide nitrique, mélange nitro- ou sulfo-chromique, bouillie de chlorure de chaux, l'atome de soufre bivalent de l'Ypérite, est capable de fixer successivement deux atomes d'oxygène en engendrant d'abord le *sulfoxyde* (soufre tétravalent) dénué de toute action vésicante, bien que quelque peu lacrymogène, puis la *sulfone* (soufre hexavalent), composé présentant un pouvoir vésicant dix fois moindre :



Le chlorure de chaux, à l'état sec, réagit avec énergie, à la fois comme oxydant et comme chlorurant, en donnant naissance aux mêmes produits d'oxydation, sulfoxyde et sulfone, ainsi qu'à du chloroforme, du chloral et surtout à divers dérivés surchlorés dénués de toxicité. Cette réaction, fortement exothermique, est parfois si violente qu'elle se produit avec incandescence et qu'elle est capable de provoquer un incendie. Elle est accompagnée d'un épais brouillard blanc (vapeur d'eau chargée de gaz carbonique, d'Ypérite, de chloroforme, de chloral et de dérivés perchlorés) irritant et toxique, capable de déterminer des accidents oculaires, laryngés et bronchitiques. Ce brouillard, dont les effets étaient bien connus, pendant la guerre, des ouvriers travaillant dans les fabriques d'Ypérite, est immédiatement agressif, mais ne produit, en général, que des accidents bénins et de courte durée [36]. *(A suivre.)*

Eugène Cattelain,
Assistant de chimie analytique
à la Faculté de Pharmacie de Paris.

34. Opération dangereuse si elle est effectuée sans soin, une partie de l'Ypérite étant entraînée par la vapeur d'eau. Cf. : BOULIN (G. H.) et SIMON (L. J.) *Action de l'eau sur le sulfure d'éthyle dichloré* : C. R., 1920-**170**-845.

35. Le soufre élément caractéristique de l'Ypérite, est fortement attaché à la molécule puisque le mélange bichromate de potassium-acide nitrique, puissant agent d'oxydation ne parvient pas à le minéraliser. Cf. PHILIPPOT (E.), dans *Ecole supérieure de protection contre les gaz de combat* (Chap. *Caractérisation et dosage des gaz de combat*), *loc. cit.*, p. 146.

36. DESGREZ (A.), GUILLEMARD (H.) et LABAT (A.) : *loc. cit.*, p. 843.

LES FOUILLES D'AFRIQUE

Comme l'Asie, l'Afrique a vu se multiplier les découvertes depuis une dizaine d'années sur toute son étendue. Mais, malgré les recherches archéologiques qui se poursuivent activement, il semble que la vérité recule comme un mirage au fur et à mesure qu'on croit l'approcher.

Si M. Furon a pu se contenter d'indiquer les résultats des fouilles pratiquées sur le continent asiatique [1], pour l'Afrique il faut tenir compte de ce fait qu'en plus des fouilles, les recherches ont souvent lieu en surface (récoltes d'instruments lithiques, copie de peintures et gravures rupestres). En outre, sauf pour les pays de civilisations méditerranéennes classiques, la stratigraphie et, en conséquence la chronologie, apparaissent assez problématiques.

Afrique du Nord.

Les villes romaines de l'Afrique du Nord (Timgad, Cherchel, etc.) continuent à être déblayées et restaurées par les archéologues français. Il faut citer le courageux effort de Mme de Cressoles

1. Les fouilles d'Asie (*Revue Générale des Sciences*, 15 janvier 1938, p. 17-23).

qui dirige seule, depuis la mort de son mari, la résurrection de Djémila.

Une ville romaine importante a été véritablement révélée depuis 1920. C'est Volubilis, au Maroc, où M. Chatelain, qui poursuit des fouilles méthodiques, a découvert d'admirables œuvres d'art. Elle avait été précédée par un établissement néolithique.

La préhistoire de l'Afrique du Nord a été l'objet de vues nouvelles qui abaissent la date du Capsien posté jeurement à l'Aurignacien. Les recherches de M. Vaufrey, depuis 1933, ont abouti à la découverte de gisements néolithiques de tradition mésolithique (capsienne) qui permettent de dater les gravures rupestres à figures animales du type sud-oranien dont la date se trouve également abaissée.

Au néolithique on trouve naturellement la domestication des animaux (mouton, cheval, chien) et les témoignages de l'agriculture. Les relations commerciales se développent. A cette époque les gravures sont très nombreuses et les peintures rares. Elles sont réalistes et naturalistes à l'origine, puis stylisées de plus en plus et aboutissent au schématisme de l'époque libyco-berbère (qui remonte au IIIe s. après J.-C.).

La date des plus anciennes gravures est sujette à controverses : paléolithiques pour Kühn en raison de leurs affinités avec les peintures de l'Espagne, néolithiques pour Obermaier en raison de la représentation d'animaux domestiques. Reste à savoir aussi si ce néolithique est contemporain de celui d'Europe ou s'abaisse jusqu'aux dynasties égyptiennes. Les éléments de décision font encore défaut.

M. Joleaud a rapproché certaines gravures rupestres nord-africaines représentant des ovidés et bovidés urinant, des rites magiques des Berbères actuels et en conclut que ces représentations étaient faites pour obtenir de la pluie, ce qui est très vraisemblable.

Sahara.

Alors que les tombes d'Afrique du Nord sont souvent dominées par des mégalithes, celles du Sahara, beaucoup plus récentes, sont des tours rondes et des tumuli comme celui de Tin-Hanane. Dans ce dernier, où la mission Prorok avait trouvé le squelette de la reine, la mission Gautier-Reygasse a découvert une monnaie de Constantin, ce qui abaisse sa date à l'époque romaine.

Mais la préhistoire a également laissé des traces. L'homme d'Asselar, trouvé par MM. Monod et Besnard, est un négroïde à affinités bantoues. Il appartient au pléistocène supérieur, quand le climat du Sahara était plus humide. D'ailleurs les recherches de Kilian vers le Tibesti et des Italiens au Fezzan prouvent un assèchement progressif du désert, notable depuis notre ère.

Dans l'Adrar Ahnet, M. Monod a découvert des industries allant du Paléolithique inférieur au Néolithique de type soudanais et de nombreuses gravures rupestres naturalistes. Il en a trouvé également, d'époque néolithique, en Mauritanie.

Il faut citer aussi les trouvailles de M. Lhote dans les gisements néolithiques de la vallée d'Azaoud en 1935, et celles du Dr Pales à Fort-Lamy de masques de terre cuite (sans rapports avec les têtes trouvées par Frobenius à Ifé en Nigéria), celles enfin de MM. Griaule et Lebeuf dans la région du Tchad en 1937, qui ont mis à jour une abondance de petits bronzes qui auraient une affinité égyptienne possible mais aucune avec les fameux bronzes du Bénin.

Mais les découvertes les plus importantes, par leur liaison avec celles des savants étrangers, ont été faites aux confins de la Libye. L'abbé Breuil a montré l'analogie des gravures d'In Ezzan avec les peintures paléolithiques espagnoles. Des peintures rupestres ont été découvertes dans l'Ennedi en 1932 par H. de Saint-Floris, qui s'apparentent à celles de l'Afrique du Sud.

La mission Reygasse-Rigal 1935 a révélé au Tassili des Ajjers, entre Fort-Polignac et Djanet, un centre d'art rupestre splendide qui supporte parfois la comparaison avec les plus belles œuvres de l'Europe préhistorique. On distingue plusieurs catégories de gravures, dues successivement à des populations primitives se livrant à la chasse et à la cueillette, puis à des pasteurs. Les plus anciennes à côté desquelles furent trouvés des polissoirs néolithiques, paraissent remonter vers 3000 av. J.-C. On y trouve un usage abondant de la spirale. La faune représentée a des affinités tropicales (hippopotame, rhinocéros, éléphant, girafe, bubale, antilope, bovidés, autruches). L'homme est généralement figuré masqué et armé de l'arc.

Les gravures du groupe plus récent montrent des animaux domestiques (chevaux, bovidés, chèvres) et des scènes de chasse. Les œuvres sont d'un style excellent. L'homme y représente des affinités de costume avec les types égyptiens. Les œuvres de ce groupe peuvent dater avec vraisemblance du Ier millénaire av. J.-C. car la représentation de chars (ancêtres de ceux des Garamantes du Fezzan) dont les chevaux sont dans l'attitude du galop volant suggère à M. Reygasse une influence mycénienne à l'époque des grands bouleversements orientaux (invasions des Peuples de la Mer dans l'Egypte de Ramsès III).

Les personnages représentés, hommes et femmes, rappellent à la fois les peintures paléolithiques

du Levant Espagnol, l'Egypte néolithique et l'Afrique du Sud. Le Tassili des Ajjers apparaît, comme le Fezzan, un carrefour d'influences du plus grand intérêt.

Les recherches du Capitaine Coche au Mertoutek (Hoggar) en 1935 montrent des peintures avec figurations féminines ayant une coiffure ou déformation cranienne comme les filles d'Aménophis IV et surtout d'autres, beaucoup plus primitives, ayant des analogies frappantes avec la fameuse peinture prédynastique d'Hiéracompolis. Plusieurs explications sont possibles. Moret pensait aux manifestations d'une civilisation répandue dans les immensités de l'Afrique saharienne à une époque généralement plus humide et qui se serait rétractée devant la sécheresse et aurait été, dans la vallée du Nil, à l'origine de la civilisation de Haute Egypte. Ce point de vue n'est pas admis par Capart qui voit dans le Delta l'origine de la civilisation égyptienne. Les divergences qui apparaissent entre les premières civilisations de Haute et de Basse Egypte permettent peut-être de concilier les deux thèses en donnant raison à chacun.

Libye.

On connaît le magnifique effort des archéologues italiens en Libye pour ressusciter la grandeur de l'Antiquité dans la nouvelle colonie (conquise en 1912-20, elle n'est pratiquement explorée que depuis 1925). Trois noms synthétisent l'œuvre accomplie : Cyrène, Leptis Magna, Sabratha, trois villes qui ont livré d'admirables sculptures et dont les restes architecturaux imposants sont restaurés avec soin.

On connaît moins les résultats de l'exploration archéologique du Sahara italien. Dans la région de l'oued Marsit (entre Tripoli et Brach) des gravures rupestres montrent des affinités nettement égyptiennes pharaoniques. La région de Brach est beaucoup plus riche en gravures qui se rapprochent des gravures du Hoggar et non de celles de l'Afrique du Nord. Les chars à deux et quatre chevaux des gravures de l'oued Zigza, de moins bon style que ceux du Tassili des Ajjers, sont sans doute l'œuvre des Garamantes dont parle Hérodote. Les fouilles de Gherma, capitale de ce peuple ancêtre des Touareg, et de Ghat ont exploré des nécropoles avec stèles montrant des objets romains (céramique, verrerie) côte à côte avec des instruments néolithiques. Ceux-ci, qui semblent avoir persisté jusqu'à la conquête arabe, interdisent d'établir une concordance chronologique avec le néolithique européen. Ils ont été précédés par des industries à faciès paléolithique (depuis l'Acheuléen).

Les découvertes de l'expédition allemande du Dr Frobenius entre Mourzouk et Ghat ont apporté un abondant contingent de gravures montrant des ressemblances à la fois avec l'Egypte thinite, l'Afrique du Sud, l'Afrique du Nord et l'Espagne paléolithique.

M. Joleaud a proposé la chronologie suivante pour ces gravures rupestres de Libye : 1° groupe

Fig. 1.

très ancien remontant au Capsien (de 14.000 à 9.500) (manifestations artistiques de chasseurs); 2° groupe moins ancien datant du néolithique (9500-7500) (pasteurs adorant le dieu Bélier); 3° groupe moyen s'étageant depuis l'énéolithique ancien d'Egypte jusqu'au Nouvel Empire thébain (7500-1500) (pasteurs ayant le culte du Bœuf); 4° groupe récent (1500-300) (transporteurs utilisant le cheval); 5° groupe très récent (300 à nos jours) (caravaniers se servant exclusivement du Chameau).

Le trésor de Oueddan a procuré des statuettes en or de petites idoles, certaines doubles, généralement cornues. Elles sont d'époque inconnue et posent un problème intéressant.

Au Djebel Ouenat, à la frontière de l'Egypte, de la Libye et du Soudan égyptien, d'importantes découvertes de gravures et de peintures rupestres ont été faites successivement par le Prince Kemal-ed-Dine et MM. di Caporiacco, Frobenius et de Almasy. Les scènes représentées sont des vaches d'un peuple pasteur et des archers de même style que les palettes prédynastiques égyptiennes. Les plus anciennes se rapprochent des gravures piquetées des roches d'Afrique du Sud. Le Djebel Ouenat se montre donc, comme le Fezzan, un relais de civilisations mal connues.

Egypte.

L'Egypte est la mieux connue des régions africaines explorées par les archéologues. Et cependant les fouilles des dix dernières années ont apporté du nouveau sur bien des points.

Pour le paléolithique, les récoltes de Sandford et Arkell ont fourni, en Haute Egypte et Nubie, des instruments de types : chelléen primitif et évolué, acheuléen, moustérien primitif et évolué, répartis sur les diverses terrasses de la vallée du Nil. Les gravures rupestres les plus anciennes (près de l'Ouadi el Arab en Nubie) n'ont pu être exécutées qu'après la phase d'érosion qui a marqué la fin du Sébilien (moustérien).

Il ressort des découvertes récentes la succession suivante de civilisations néolithiques : 1° cultures approximativement contemporaines de Tasa, du Fayoum et de Mérimde. Ensuite, en Haute Egypte, celle de Badari à laquelle succèdent les premiers prédynastiques (les Amratiens) et ensuite les Gerzéens (de Gerzeh et Nagada). La culture de Méadi paraît être de la fin de l'époque gerzéenne, juste avant l'époque dynastique.

Les Tasiens étaient des cultivateurs dont on a retrouvé les haches polies et la céramique grossière ainsi que des restes de tissus; les gens qui habitaient les bords du Fayoum se livraient à la culture du blé et de l'orge et, comme il est naturel, consommaient beaucoup de poissons. On ne connaît pas leurs nécropoles. Leur industrie lithique est analogue à celle de Mérimde.

Le site de Mérimde contraste par ses vastes dimensions avec ceux de la Haute Egypte. C'était une immense ville néolithique. On peut dire ville car on y a trouvé des rues, pour la première fois en Egypte archaïque. Outre les huttes ou maisons de bois on a découvert des silos et greniers à grains et des aires pour battre le blé. Les morts étaient ensevelis près des maisons et foyers, le défunt était censé prendre part aux repas de sa famille. La céramique abondante est très grossière, les haches sont en pierres dures.

La culture de Badari était basée sur l'agriculture et l'élevage. La poterie est remarquable et les statuettes en ivoire ainsi que les bijoux révèlent un certain goût. Les Badariens semblent appartenir à une race différente des Tasiens et venaient peut-être de Nubie.

Les Amratiens et les Gerzéens étaient connus tandis que les autres cultures néolithiques sont une conquête récente de l'archéologie due pour Badari et Tasa à M. Brunton, pour le Fayoum à Miss Caton-Thompson, pour Mérimde à M. Junker, pour Méadi à MM. Menghin et Amer.

Sans doute faut-il rapprocher du prédynastique égyptien la si curieuse civilisation néolithique de Malte. Mais la thèse d'Ugolini faisant de cette île le centre originel de la civilisation méditerranéenne primitive, est manifestement exagérée.

Les fouilles de M. Emery à Saqqara (1936-37) ont fait apparaître une grande nécropole de la

Fig. 2.

1re dynastie. On annonce qu'au début de 1938 l'archéologue anglais aurait trouvé la tombe de Ménès (?).

Auprès de la Pyramide à degrés de Saqqara, l'archéologue français Lauer a trouvé en 1934 des souterrains bondés de vases en pierre brisés (environ 60.000 vases) et le plus ancien exemple connu de contreplaqué (cercueil à six couches de bois). MM. Firth et Lauer avaient auparavant dégagé un ensemble de monuments remarquables autour de la Pyramide à degrés. Ces monuments stylisent en pierre des constructions en roseaux et en bois. Ces fouilles ont montré qu'il n'y avait

pas évolution logique du mastaba à la Pyramide. Celle-ci est une nouveauté non seulement dans ses proportions et sa ligne extérieure mais aussi dans sa structure même. Cet ensemble de monuments révèle une maîtrise si parfaite que l'architecte Imhotep, dont les Egyptiens avaient fait un dieu, apparaît comme l'un des plus grands génies de l'humanité.

Les chantiers de fouilles en Egypte sont nombreux. Il faut au moins signaler les découvertes de MM. Jéquier à Saqqara sud (pyramide avec textes de la fin de l'Ancien Empire et du Moyen Empire), Gabra à Touna (temples-tombeaux du IIe-IIIe s. à forte influence grecque) Hoelscher à Médinet-Habou (palais de Ramsès III), Mond et Myers à Armant (nécropole de taureaux sacrés, grand temple avec beaux reliefs des XIe et XIIe dyn., gravures rupestres dans le désert proche), Pendlebury à El-Amarna (la seule ville d'époque pharaonique que l'on connaisse bien, qui nous rend l'architecture civile de la fin de la XVIIIe dyn. et où l'on a trouvé des ateliers de sculpteurs avec œuvres).

Les archéologues français ont également fait des découvertes de premier ordre. M. Bisson de la Roque a trouvé d'importantes sculptures de la XIIe dyn. et de la fin du Moyen Empire (2000-1600 av. J.-C.) dans son déblaiement du temple de Médamoud, complété par celui du temple de Tôd où il a mis à jour un trésor asiatique de grande importance historique et de beaux reliefs de la XIe dyn. M. Bruyère a complètement déblayé la nécropole de Deïr-el-Médineh avec les villages des artisans et artistes qui ont creusé et décoré les tombes de la Vallée des Rois et de la Vallée des Reines. M. Montet a exploré à Tanis deux grandes enceintes en brique et déblaie le grand temple et le temple d'Anta. MM. Robichon et Varille ont révélé à Deïr-el-Médineh, près de Médinet-Habou, les temples funéraires des grands dignitaires d'Amenophis III.

Il ne faut pas oublier les travaux du Service des Antiquités. Outre les fouilles de Saqqara dont il a été question plus haut, le Service fait déblayer et consolider certains monuments. On doit à M. Baraize le déblaiement du Grand Sphinx (qui n'a pas livré son secret puisqu'on ignore toujours sa date) et la restauration du temple de Deïr-el-Bahari, et à M. Chevrier la consolidation et l'exploration de Karnak où il retrouve des restes remarquables d'anciens temples réemployés dans ceux qui subsistent.

En plus des fouilles scientifiques il se pratique encore trop souvent des fouilles clandestines. Celles-ci détruisent nombre de documents et par manque de méthode beaucoup de renseignements précieux sont en outre perdus pour la science. Toutefois il faut reconnaître que ces fouilles illicites ont considérablement enrichi nos connaissances depuis 1930 par la découverte de papyrus.

Les papyrus acquis par M. Chester Beatty et en partie offerts par lui au British Museum (publiés par M. Gardiner) ont apporté d'importants textes inconnus de la littérature égyptienne pharaonique. Le même collectionneur a acheté des papyrus bibliques (publiés par Sir Frédéric Kenyon) qui sont les manuscrits grecs les plus anciens (IIIe s.) que nous possédions de la Bible. Le British Museum a acquis un fragment d'Evangile d'une importance capitale puisqu'il remonte au IIe s.

Enfin M. Chester Beatty et le Musée de Berlin achetaient un lot de papyrus coptes donnant le texte de huit principaux ouvrages manichéens. La religion manichéenne étant la seule des quatre grandes religions nées dans l'Orient sémitique dont on ne connaissait pas les livres sacrés, il n'est pas exagéré de dire que cette découverte sensationnelle ouvre une ère nouvelle dans les études d'histoire des religions.

Afrique orientale.

Les fouilles de M. Steindorff à Aniba ont procuré une magnifique céramique noire à décor blanc géométrique incisé, en usage avant la conquête égyptienne vers 2000 av. J.-C.

Celles de MM. Emery et Kirwan à Ballana et Goha ont révélé une curieuse civilisation d'époque byzantine (Ve-VIIe s.). Les tombes royales contenaient des squelettes de chevaux, chameaux et chiens immolés avec leur maître ainsi que quatre esclaves. Les selles et harnachements étaient en argent massif. Une abondance de vases en bronze et en argent fut aussi trouvée. Une couronne royale et des colliers en argent incrustés de pierres semi-précieuses montrent les symboles chrétiens associés aux symboles égyptiens pharaoniques.

A Firka M. Kirwan a découvert une nécropole contemporaine de celle de Ballana. Il est curieux d'y voir aussi à côté de restes d'églises et de poteries à symboles chrétiens, des scarabées et amulettes rappelant la religion de l'Egypte ancienne. Un tel syncrétisme à une époque si tardive prouve une évolution lente.

Le P. Azais et M. Chambard ont trouvé en Ethiopie des mégalithes ainsi que des idoles néolithiques et des stèles gravées. Peut-être faut-il voir dans les dolmens de Sourré une influence de l'Inde? Le P. Teilhard de Chardin a trouvé des industries paléolithiques, qui semblent avoir duré très longtemps, dans les régions de Harrar et Diré Daoua. Dans la même région, l'abbé Breuil a dé-

couvert des peintures rupestres paléolithiques et à Sourré une peinture analogue à celles d'Ouénat.

Les recherches de M. Leakey au Kénya montrent une succession d'industries paléolithiques et néolithiques depuis le Chelléen jusqu'au Nakurien. Si les types d'industries sont analogues à ceux d'Europe, vouloir leur accorder aussi une antiquité très reculée, comme le fait M. Leakey, paraît insoutenable.

Il faut signaler enfin les recherches de J. Colletté au Congo belge et l'existence de mines, probablement antérieures aux Bantous, entre le Katanga et Broken Hill. De ce cuivre est né l'âge du bronze sud-africain qui serait, selon Dart, antérieur à celui d'Europe (?).

Afrique du Sud.

Le mystère le plus fascinant de l'archéologie sud-africaine est celui des ruines de Zimbabwé. Ces constructions grandioses témoignent d'un degré de civilisation développé et d'une organisation du travail très bien réglée. M. Cipriani y voit l'œuvre d'une civilisation indigène antérieure à celle de l'Egypte pharaonique. Cette hypothèse ne cadre plus avec les découvertes récentes. Miss Caton-Thompson, avec plus de raison date ces monuments du IXe au XIIIe s. de notre ère. Les ruines analogues découvertes en 1934 par MM. van Hoepen et Hoffmann au Transvaal occidental permettraient de les attribuer aux anciens Bantous. Ceci semble confirmé par les fouilles de M. van Riet Lowe en 1936 à Mapungubwé (Nord Transvaal) dont les ruines de la fin de l'époque médiévale sont dues à des peuples de langue bantoue et formeraient le trait d'union entre la civilisation à laquelle on doit Zimbabwé et celle des Venda actuels.

Les recherches de M. Jones dans les grottes des Matapo Hills en 1935 ont permis d'attribuer aussi aux anciens Bantous des peintures rupestres s'étendant du Tanganyika au Nord jusqu'au Transkei au Sud. Antérieurement aux Bantous cette région était occupée par les Wiltoniens qui descendirent progressivement vers le Sud.

Les industries lithiques de l'Afrique du Sud sont divisées de la façon suivante (étant entendu que les correspondances avec les industries européennes sont typologiques et non forcément chronologiques) :

Paléolithique inférieur : Stellenbosch inf. (coups de poings, Chelléen); Stellenbosch sup. (Acheuléen); Victoria West (contemporain du Stellenbosch); Fauresmith (pré-Moustérien).

Paléolithique moyen : Glen Grey Falls (Moustérien); Stillbay (feuilles de laurier, Moustéro-Solutréen; contemporain de l'homme de Boskop, du type Cro-Magnon).

Paléolithique supérieur : Wilton (microlithes, Tardenoisien); Smithfield (Capsien typique).

Le *Néolithique* est à peu près inconnu.

Tous les auteurs sont d'accord que la culture wiltonienne s'est prolongée jusqu'à une époque très récente. L'abbé Breuil déclare au sujet de la préhistoire sud-africaine : « Si probablement ses origines sont aussi lointaines qu'en Europe, ses der-

Fig. 3.

niers faciès se sont prolongés jusqu'à une période avancée du XIXe siècle ».

Les gravures rupestres sud-africaines sont antérieures aux peintures. Elles apparaissent à la période ancienne de l'industrie de Smithfield, mais représentent des âges et des styles très divers. Selon Burkitt on trouve l'évolution suivante : *a*) tracés linéaires, *b*) remplissage incomplet, *c*) remplissage complet (style admirable avec rendu du modelé), *d*) décadence, le style naturaliste devient schématique, *e*) purement schématiques, probablement dues aux Bantous. Dans la région de Vryburg, Miss Wilman a trouvé des gravures représentant 52 espèces animales et des figures humaines. Comme pour les industries lithiques la lenteur d'évolution est frappante : « Il faut dire cependant que sur ce dernier site (Stowland) des gravures de bonne technique venaient encore d'être exécutées peu de temps avant mon passage (1929) » (H. Breuil).

Les peintures n'ont pas les mêmes auteurs. Leurs dates vont de la fin de l'âge de Smithfield à la fin du XIXe s. Sujets, exécution, patine, conservation sont très variés. Certaines ressemblent de façon frappante aux peintures paléolithiques d'Espagne. D'autres semblent avoir subi l'influence de l'Egypte et montrer un élément mythique considérable. Pour l'art des Boschimans, les plus anciennes (5e couche de certaines grottes) ont environ 500 ans et le dernier peintre de cette race est mort en 1880. Les scènes représentées montrent des peuples pasteurs et chasseurs. Les peuples reconnaissables sont des Boschimans, des Bantous, des Cafres et enfin des Boers. Si les plus anciennes peintures sont vraiment contemporaines de celles de l'Europe paléolithique, ce qui ne peut être affirmé avec certitude, elles sont toutes prodigieusement intéressantes parce qu'elles nous montrent une mentalité semblable : un art préhistorique encore vivant il y a un demi-siècle.

Henry de Morant.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

1928. G. Brunton et G. Caton-Thompson : The Badarian civilization, Londres.

H. Breuil : Les gravures rupestres du Djebel Ouénat découvertes par S. A. le Prince Kemal ed-Dine (*Revue Scientifique*, 25 février, p. 105).

1930. H. Obermaier et H. Kuhn : Buschmannkunst, Felsmalereien aus Südwestafrika, Berlin.

1931. R. P. Azais et R. Chambard : Cinq années de recherches archéologiques en Ethiopie, Paris.

L. Frobenius et H. Breuil : L'Afrique, Paris.

A. Gardiner : The Library of A. Chester Beatty. I, Londres.

R. Miccachi : Sculptures antiques en Libye, Bergame.

M. Reygasse : Les âges de la pierre de l'Afrique du Nord (in *Histoire et Historiens de l'Algérie*), Paris.

T. Zammit : Prehistoric Malta. The Tarxien Temples, Londres.

1932. L. Cipriani : Le antiche Rovine e Miniere della Rhodesia, Florence.

L. Frobenius : A great discovery of Prehistoric Art in the Fezzan desert (*Illustrated London News* 19 et 26 novembre).

Th. Monod : L'Adrar Ahnet, Paris.

M. Reygasse : Contribution à l'étude des gravures rupestres et des inscriptions tifinar du Sahara Central, Alger.

1934. G. Caton-Thompson et E. Gardner : The desert Fayum, Londres.

F. Cumont : La bibliothèque d'un manichéen découverte en Egypte (*Chronique d'Egypte*, n° 17, p. 42-50).

1935. *Africa Romana* (Ouvrage collectif de l'Istituto di Studi romani), Milan.

A. Gardiner : Hieratic papyri in the British Museum, Londres.

V. Gordon Childe : L'Orient préhistorique. (Trad. fr.), Paris.

L. Joleaud : Paléoethnologie du Sahara tripolitain (*La Nature*, 1er janvier, p. 8-11).

M. Reygasse : Gravures et peintures rupestres du Tassili des Ajjers (*L'Anthropologie* t. 45, p. 533-571).

1936. B. Bruyère : La nécropole de Deïr-el-Medineh. (*Chronique d'Egypte*, n° 22, p. 329-340).

L. Leakey : Stone age Africa. An outline of Prehistory, Londres.

J. Lauer : Fouilles à Saqqara ; la Pyramide à degrés : Architecture. Le Caire.

J. Pendlebury : Les fouilles de Tell-el-Amarna (trad fr.) Paris.

1937. E. Albertini : L'Afrique Romaine, Alger.

F. Bisson de la Roque : Le trésor de Tôd (*Chronique d'Egypte*, n° 23, p. 20-26).

M. Brion : La résurrection des villes mortes. Paris.

P. Collomp : A propos des papyrus du Nouveau Testament (*Chronique d'Egypte*, n° 24, p. 241-257).

Il Sahara Italiano, I. (Ouvrage collectif de la Société de Géographie), Rome.

L. Leschi : Djemila : Cuicul de Numidie, Alger.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Appell (Paul). — **Traité de Mécanique rationnelle.** T. IV, fasc. 2 **Les figures d'équilibre d'une masse hétérogène en rotation. Figure de la Terre et des Planètes.** — *Rédigé par Alex. Véronnet.* — 1 *vol. de* XII–292 *p. Gauthier-Villars, édit., Paris* (*Prix, broché* : 65 *fr.*).

Ce fascicule complète le tome IV du *Traité de Mécanique* d'Appell. Le fascicule 1 de ce même tome était relatif aux figures d'équilibre d'une masse liquide homogène et avait déjà été revu et augmenté par M. Véronnet. Le présent fascicule comporte quatre parties :

I. Le problème d'Appell. Conditions générales de l'équilibre hydrodynamique. Equations fondamentales d'hydrodynamique. Discussion générale. Equilibre relatif. Mouvement permanent. Mouvement permanent relatif.

II. Etude générale et évolution de la forme d'une masse hétérogène. Etude générale des formes ellipsoïdales. Evolution générale des figures d'équilibre. Ellipsoïdes de révolution homofocaux et homothétiques. Limitation d'une masse hétérogène par deux ellipsoïdes homogènes.

III. La figure de la Terre. Problème de Clairaut et problème de Poincaré. Les surfaces de niveau ellipsoïdales. Relations entre la densité et les aplatissements. Le problème de Poincaré. Calcul en seconde approximation.

IV. Questions diverses. La pesanteur. La densité intérieure. Mouvements superficiels. Jupiter et Saturne. La variation de la pesanteur et l'aplatissement de la Terre. Application de différentes lois de densités au problème. Hypothèses autres que celles de Clairaut. Vitesses internes et déplacements à la surface. Jupiter et Saturne. Forme extérieure et constitution interne.

Léon Bloch.

⁂

Bachelier (L.). — **Les lois des grands nombres du calcul des probabilités.** — 1 *fasc. de* 37 *p.* 1937. *Gauthier-Villars, édit. Paris.*

Dans ce fascicule, M. L. Bachelier expose au moyen des méthodes élémentaires de l'analyse, les lois des grands nombres, c'est à-dire les lois exprimant les probabilités relatives à un très grand nombre d'épreuves quand on connaît les probabilités relatives à chaque épreuves. Si ces épreuves sont identiques, il y a uniformité, si elles sont indépendantes les unes des autres, mais différant entre elles suivant des lois connues, il y a indépendance. Si les épreuves dépendent les unes des autres il y a connexité.

M. Bachelier étudie successivement les lois des grands nombres dans les cas de probabilités uniformes à une variable, uniformes à plusieurs variables, non uniformes à plusieurs variables, et de probabilitées mêlées. Ces différents cas font chacun l'objet d'un chapitre dans lequel sont établies les principales formules donnant les probabilités des écarts de différents types.

G. P.

2° Sciences chimiques.

Sanfourche (A.). — **Le contrôle analytique dans l'industrie chimique minérale.** — 1 *vol. in* 8° *de* 548 *pages avec* 25 *figures. Relié toile :* 120 *fr.* (*Masson et Cie*).

Dans une courte préface, M. Maurice de Broglie fait ressortir le but essentiellement pratique de ce livre important. « Il doit permettre aux chimistes de « profiter de l'expérience acquise dans les laboratoires « d'essais industriels par ceux qui ont appris à discerner les moyens les plus rapides et les plus sûrs « d'effectuer les contrôles indispensables aux fabrica- « tions ».

L'auteur constate, dans son introduction, qu'en matière de métallurgie ou de céramique il existe d'excellents traités modernes, et il ajoute en ce qui concerne la chimie minérale : « Depuis quelques an- « nées les procédés de fabrication ont si rapidement « évolué que les méthodes de contrôle ont souvent « dû être improvisées, puis perfectionnées peu à « peu, sans jamais faire l'objet d'un exposé d'ensem- « ble ». Ce traité est le fruit d'une longue pratique qui s'est efforcée d'améliorer les méthodes anciennes aux points de vue de la précision et de la simplification. Une grande place est donnée aux méthodes volumétriques. L'auteur regrette de n'avoir pu en faire une plus grande aux méthodes physiques. Il souhaite de les voir se développer dans les laboratoires d'analyse industrielle.

L'ouvrage comprend quatre parties. La première traite des généralités, échantillonnage, analyse gravimétrique, pesées, manipulation des précipités, densimétrie, analyse des gaz, volumétrie, liqueurs titrées et leur confection. Il y a là quelques pages qui seront consultées avec fruit dans tous les laboratoires. Signalons en particulier l'importance que l'auteur attache à la liqueur d'iodo-iodate. La première partie se termine par l'analyse des eaux et des combustibles.

La Deuxième Partie est consacrée à la grande industrie chimique. Au début de chaque chapitre se trouvent généralement quelques lignes indiquant les procédés de fabrication effectivement employés, les procédés abandonnés, renseignement extrêmement précieux pour les lecteurs non-spécialistes qui ont souvent du mal à trouver ces précisions. Puis, sont successivement envisagés les matières premières, les produits en cours de fabrication, les produits fabriqués, les sous-produits. Les quatre chapitres étudient suivant ce plan : Chlore, Acide chlorhydrique. Chlorures décolorants. — Acide sulfurique. — Acide nitrique. — Carbonates de soude.

La Troisième Partie est consacrée aux engrais en trois chapitres : Engrais phosphatés. — Engrais azotés. — Engrais potassiques.

La Quatrième Partie, Petite Industrie chimique, se subdivise en deux sections : Les métalloïdes et leurs composés, d'une part. Les composés métalliques, d'autre part.

C'est, on le voit, un instrument de travail de premier ordre pour tous les spécialistes de la chimie minérale. Nous pensons aussi qu'il devra figurer dans les bibliothèques de nos laboratoires d'enseignement, en particulier ceux de nos lycées. On y trouve, en effet, indirectement, une foule d'indications et de principes excellents, pour l'organisation d'exercices pratiques de chimie (tels, par exemple, que la préparation et l'emploi des liqueurs titrées). C'est une mine inépuisable d'idées en vue d'expériences à monter, en vue de problèmes à poser fondés, ce qui devrait être d'une pratique constante et plus généralisée, sur des méthodes de laboratoire authentiques.

Louis Zivy.

3° Sciences naturelles.

Magarinos Torres (F. E.), *Ministère de l'Agriculture, Rio de Janeiro.* — **Co tr buição pava o Estudo Hydrometrico do Rio Parah ba do sul.**

Résultats très détaillés d'une enquête dirigée par M. F. E. Magarinos Torres, ingénieur civil, sur le régime du fleuve Parahyba do Sal au Brésil, et sur les conditions météorologiques qui le déterminent. De nombreux graphiques et des photographies complètent cet important travail.

J. R.

⁂

Weinberg (M.), **Nativelle** (R.) et **Prévot** (A.). — **Les Microbes anaérobies.** — 1 *vol. in*-8° *de* 1186 *pages avec* 161 *figures et* 10 *planches hors texte* : Masson *et Cie, Paris,* 1937. *Prix, relié :* 250 *fr.*

Malgré la somme considérable de travaux publiés sur les microbes anaérobies depuis la découverte du « vibrion butyrique » par Pasteur, aucun traité

d'ensemble résumant, à l'adresse des chercheurs, les connaissances acquises dans ce vaste domaine, n'avait été, jusqu'ici, publié en langue française. Il était donc opportun de rassembler les nombreuses données sur les microbes anaérobies éparses dans la littérature et c'est cette importante lacune que vient combler l'ouvrage magistral de MM. Weinberg, Nativelle et Prévot.

Reflet de l'enseignement de l'Ecole bactériologique française, ce livre est une œuvre vécue. Les auteurs y ont déposé le fruit d'une longue expérience acquise par de nombreuses années exclusivement consacrées à la recherche.

L'ouvrage débute (*Première partie*) par une description précise des techniques pouvant intéresser le bactériologiste. Puis vient la longue énumération de tous les microbes anaérobies connus : Gram-positifs pathogènes, à spores centrales et subterminales ou à spores uniquement subterminales (*Deuxième partie*), anaérobies à spores terminales (*Troisième partie*), anaérobies peu ou non pathogènes (*Quatrième partie*), Gram-négatifs (*Cinquième partie*), anaérobies non pathogènes faisant fermenter les composés ternaires (*Sixième partie*) et enfin coccianaérobies (*Septième partie*).

Une riche documentation bibliographique, comprenant plus de 3.000 références, permet au lecteur de recourir aux travaux originaux avec la plus grande facilité.

L'ouvrage de MM. Weinberg, Nativelle et Prévot constitue pour les bactériologistes un précieux instrument de travail, si complet et si solide qu'on peut le dire définitif.

E. Cattelain.

4° Sciences médicales.

Ajuriaguerra (Julian de). — **La Douleur dans les affections du système nerveux central.** — *1 vol. in-8° de 150 pages. G. Doin et Cie, Paris, 1937. Prix : 25 fr.*

« Conçu selon un plan méthodique, basé sur une connaissance approfondie des études les plus récentes de la neuro-pathologie, appuyé sur un grand nombre d'observations personnelles, l'ouvrage de de Ajuriaguerra représente le meilleur exposé que nous possédions sur les douleurs engendrées par les lésions du système nerveux central », dit le Prof. Jean Lhermitte dans sa préface; on peut ajouter que c'est sur la question le seul travail d'ensemble, en langue française. Il intéressera le praticien en appelant son attention sur l'importance des troubles subjectifs qui révèlent le début de certaines affections médullaires (syringomyélie, sclérose en plaques...). Remontant le névraxe, l'auteur fait le bilan des syndromes algiques bulbo protubérantiels et montre leur fréquence relative. Il consacre évidemment un important chapitre au thalamus, se dégage des doctrines et tente de confirmer par l'anatomo-clinique les dernières hypothèses expérimentales; il critique l'opposition classique du syndrome thalamique au syndrome cortical.

La dernière partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude physiopathologique de la douleur envisagée comme une fonction; elle esquisse les différentes théories pathogéniques et montre combien chacune d'elles est peu satisfaisante si on prétend l'utiliser exclusivement.

G. D.

⁂

Carrière (G.) et **Huriez** (Claude). — **Le sang des hypertendus.** — *1 vol. 392 pages. Editeur Doin.*

Un grand professeur de Clinique médicale a assumé la lourde tâche d'apporter de la clarté dans la chimie biologique des syndromes hypertensifs. L'augmentation de la cholestérinémie déborde celle de la masse totale des lipides, de même que l'hyperstérinémie est plus marquée par l'hyperprotéidémie.

Les qualités physiques du sang changent aussi : la densité et la viscosité augmentent; la sédimentation des globules rouges est accélérée.

Les auteurs insistent sur les modifications de la tension onkotlique du sérum, expliquant l'absence d'œdème chez les hypertendus. Cette modification chimico-physique du sérum expliquerait aussi l'entrave à la vie cellulaire. L'hypertension artérielle serait alors une réaction de défense pour obvier à ce trouble.

L'éminent professeur et son agrégé ajoutent de nombreuses considérations pathogéniques qui intéresseront vivement les médecins.

René Porak.

5° Art de l'Ingénieur.

Bourcier (L.), **Production et distribution d'eau chaude.** — *1 vol. de 268 pages et 170 figures. Garnier frères, éditeurs (Prix : 16 fr.).*

Après avoir passé en revue les données élémentaires relatives à l'eau froide et à la chaleur, cet ouvrage étudie la production de l'eau chaude, sous sa forme instantanée et sous sa forme accumulée, et décrit les appareils correspondants : chaudières, réservoirs à réchauffeurs et accumulateurs.

Il traite ensuite du calcul et de l'exécution des canalisations de distribution d'eau chaude, puis du tempérage de l'eau chaude par mélange avec l'eau froide.

Pour terminer, il étudie une série d'exemples d'installations pour des bâtiments de nature et d'importance diverses, depuis les petites habitations jusqu'aux hôtels à voyageurs et immeubles à loyers.

Cet ouvrage, auquel l'auteur donne délibérément une forme élémentaire, puisqu'il y proscrit toute formule, rendra d'utiles services aux praticiens du bâtiment et aux propriétaires d'immeubles pour qui il est établi.

Emile Fabrègue.

Forestier (V.). — **Calcul et exécution des ouvrages en béton armé**. — 3 *volumes dont* (2 *parus*) *de* 226 *pages et* 139 *figures, et* 234 *pages et* 86 *figures : Dunod, éditeur* (*Prix : 66 fr. chacun*).

Le tome I de l'ouvrage de M. Forestier est consacré aux généralités sur le béton armé et aux règlements qui le régissent.

Il développe notamment les calculs relatifs aux sections des pièces prismatiques et propose quelques formules pour le choix des sections les plus économiques.

Sa troisième partie traite de la préparation et de la mise en œuvre du béton armé.

Le tome II contient les premières applications des données du tome I aux fondations et ossatures des bâtiments et à l'étude des silos, des réservoirs et des canalisations.

Signalons, à propos des fondations, une erreur typographique (page 5) à la formule de Rankine relative à la rupture d'un terrain pulvérulent.

La formule est :

$$p = p_0 \left(\frac{1 + S_m}{1 - S_m}\right)^2$$

et non

$$p = p_0 \frac{1 + S_m^2}{(1 - S_m)^2}$$

comme il est indiqué dans cet ouvrage, ainsi d'ailleurs que dans beaucoup d'autres.

Abondamment illustré, cet ouvrage présente sous une forme simple et attrayante les connaissances élémentaires indispensables aux constructeurs de béton armé.

Emile Fabrègue.

Roth (E.) et **Bardin** (J.). — **Génératrices et moteurs à courant continu**. — 1 *vol. in-16° de* 223 *p., avec* 85 *fig. A. Colin. Paris*, 1937 (*Prix, broché : 13 fr.*).

Les courants alternatifs, universellement employés dans le transport et la distribution de l'énergie électrique, n'ont pas pour autant détrôné le courant continu. Ce dernier, en effet, permet seul de résoudre certains problèmes scientifiques ou industriels; il conduit souvent aussi, d'autre part, à des solutions plus économiques, plus souples ou plus élégantes que les courants alternatifs.

Cet ouvrage, publié dans l'excellente petite collection A. Colin, résume les notions principales sur les propriétés des machines à courant continu ainsi que sur les moyens à employer pour déterminer leurs dimensions et leurs caractéristiques.

Les auteurs nous paraissent y avoir parfaitement atteint leur but : intéresser l'industriel qui emploie ces machines, donner d'utiles indications à l'ingénieur qui les construit, sans oublier, du point de vue pédagogique, les élèves des écoles électrotechniques auxquels ils se sont, au contraire, spécialement adressés.

Ph. Tongas.

6° Divers.

Dalsace (André), *Professeur à l'Ecole d'application du Centre de préparation aux affaires*. — **Introduction à l'étud du bilan et de la comptabilité**. — 1 *vol. in-8° de* 93 *pages. Librairie du* Recueil Sirey. *Paris* (*Prix, broché : 16 fr.*).

Cet ouvrage fait partie des monographies publiées par le Centre de préparation aux Affaires, créé par la Chambre de commerce de Paris. Ecrit par un technicien de formation polytechnicienne, il expose mathématiquement les principes généraux du bilan et de la comptabilité et répond bien au double but que poursuit l'auteur : mettre à même le chef d'entreprise de comprendre et d'approfondir, de dominer l'appareil comptable, lui montrer qu'il possède dans sa comptabilité, lorsqu'elle a été bien adaptée à la nature de ses affaires, le moyen précis et sûr de surveiller la marche de l'entreprise et d'être fixé à tout moment sur sa situation.

Pierre Clergeot.

Sexologie

Maranon (G.). — **Le Problème des Sexes**. *Denoel, éditeur*.

D'un point de vue très général, l'auteur rattache le Travail, la poursuite de la fortune et de la gloire à l'instinct sexuel de l'homme. Chez la femme toute la sensibilité, toutes les attitudes et toutes les activités ont un seul axe : la Maternité.

R. P.

Stekel (Wilhelm). — **La femme frigide**. *Gallimard, éditeur Paris*.

L'auteur, à l'opposé du précédent, analyse dans le détail des faits concrets précis. Une analogie les rapproche : le rôle de la libido a été exagéré d'une manière systématique par Freud. Des influences morales, qui tiennent aux circonstances de la vie antérieure, sont très souvent à l'origine des névroses sexuelles.

R. P.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 31 Janvier 1938.

M. **C. Gutton** est élu membre de la Division des Académiciens libres en remplacement d M. P. Janet, décédé.

1° Sciences mathématiques. M. **D. Riabouchinsky** : *Comparaison de la méthode des variables* $(\varphi, \psi_1, \psi_2, t)$ *à celle des variables d'Euler et de Lagrange.* — M. **J Dubourdieu** : *Remarques relatives à la théorie de l'assurance-accidents.* — M. **W. Doeblin** : *Premiers éléments d'une étude systématique de l'ensemble de puissances d'une loi de probabilité.* — M. **K. Menger** : *Axiomatique simplifiée de l'algèbre de la Géométrie projective.* — M. **G. Choquet** : *Etude de certains réseaux de routes.* — M. **A. Lichnerowicz** : *Espaces-temps extérieurs réguliers partout.* — M. **L. Sackmann** : *Etude comparative de la portance d'une aile d'avion et du régime d'écoulement sur l'extrados.* — M. **J. Mandel** : *Sur les équilibres par tranches planes parallèles des milieux plastiques à la limite d'écoulement et en particulier des terres et des métaux ductiles.* — M. **J.-L. Destouches** : *Centre de gravité et relations d'incertitude.* La condition nécessaire et suffisante pour qu'il y ait séparation du mouvement du centre de gravité et du mouvement relatif autour de ce centre, lorsque toutes les forces dérivent d'un potentiel, est que la force agissant sur un élément du système soit la résultante d'interactions entre les éléments du système et d'un champ extérieur uniforme. Si tous les éléments du système ont même masse et même charge, la séparation a encore lieu si en outre un champ magnétique uniforme agit sur les éléments du système. — Mlle **N. Fein** : *Sur une forme des équations différentielles du problème restreint elliptique.* Correction de certains résultats obtenus par M. Nechville. — M. **E. Esclangon** : *Sur des horloges indiquant simultanément le temps solaire moyen et le temps sidéral.* L'auteur réalise des horloges doubles de ce genre en reliant les mouvements de deux horloges par un jeu convenable d'engrenages réalisant, avec une précision suffisante, le rapport ρ du temps sidéral moyen au temps solaire moyen, l'une des horloges, l'horloge menteuse, sidérale ou moyenne, pouvant au surplus être synchronisée par une pendule de haute précision. Un dispositif de ce genre fonctionne à l'Observatoire de Paris depuis 1934. — M. **A. Danjon** : *Détermination des éléments des orbites des étoiles doubles visuelles.* — M. **J. M. Mohr** : *Sur la dépendance de la vitesse radiale observée et du terme K des étoiles du type B avec la distance.* Les vitesses radiales observées des étoiles du type B situées entre les distances 0 à 130 parsecs sont de — 1,55 km : sec plus grandes que celles qui résultent de la dépendance entre les vitesses radiales et la distance calculée à l'aide de toutes les étoiles. On en déduit que les mouvements des étoiles situées dans la plus grande proximité du Soleil diffèrent des mouvements des étoiles situées aux plus grandes distances, lesquels correspondent mieux à la théorie stricte de la rotation de la galaxie.

2° Sciences physiques. — MM. **D. G. Dervichian** et **M. Joly** : *Points de transformation homogène dans les couches monomoléculaires.* Les auteurs signalent l'existence de transformations qui se produisent lors de la compression de ces couches, mais sans qu'il apparaisse de discontinuité sur l'isotherme (transformation de seconde espèce). Ces points de transformation homogène se retrouvent d'une façon très nette dans trois ordres de faits différents (compressibilité, vitesse d'écoulement, moment électrique) et, pour une même substance, apparaissent toujours pour les mêmes encombrements moléculaires. — MM. **C. Salceanu** et **C. Istraty** : *Détermination des positions de résonance des liquides dans des tubes, par voie de déviation galvanométrique.* — M. **R. Zouckermann** : *Variations du potentiel explosif d'un tube à décharge sans électrodes intérieures, sous l'influence de la lumière ultraviolette ou visible.* Ce nouvel effet paraît être dû à l'action des parois. — M. **A. Guillet** : *Indétermination de fonctionnement des systèmes formés, comme le microphone ou le cohéreur, d'un grand nombre de contacts élémentaires associés.* — Mlle **M. Radoïtchitch** : *Influence du solvant sur les spectres d'absorption infrarouge de diverses solutions d'acétylacétonate de néodyme et de samarium.* Les bandes d'absorption infrarouge des sels de terres rares en solution dans les solvants organiques subissent des déplacements et des variations d'intensité dépendant du solvant, résultat analogue à celui qui fut trouvé pour ces mêmes solutions dans le visible. — M. **M. Parodi** : *Etude de la transmission de quelques dérivés du benzène dans l'infrarouge lointain.* — M. **P. Grivet** : *Modulation de la lumière en haute fréquence ; son application à la mesure des temps très courts.* En vue de la mesure des temps très courts, l'auteur a construit un appareil composé d'une source de lumière modulée en haute fréquence et d'un récepteur photoélectrique. — M. **J. Rabinovitch** : *Biréfringence magnétique de solutions benzéniques de pinènes.* Ces solutions renferment un constituant supplémentaire unique, résultat d'une association de molécules de pinène β et de benzène et qui présente une anisotropie magnétique nettement plus forte que celle du benzène. — Mlles **Y. Cauchois** et **M.-L. Allais** : *Les spectres L d'émission et d'absorption du thorium et ses niveaux caractéristiques.* — M. **P. Auger** : *Sur les nouvelles particules lourdes du rayonnement cosmique.* D'après les mesures de l'auteur, des particules ayant la charge de l'électron et une masse environ centuple constitueraient la partie dure du rayonnement cosmique telle qu'on l'observe au voisinage du niveau de la mer. — M. **M Foëx** : *Solubilité des oxydes dans l'anhydride borique fondu.* Dans la plupart des séries, la solubilité des oxydes dans l'anhydride borique varie régulièrement avec le poids moléculaire. — MM. **G. Gire** et **F. Fouasson** : *Séléniate et tellurates basiques.* Les auteurs ont préparé le séléniate

basique $Se O_3$, 7 NiO. $n H^2O$ et le tellurate $Te O^3$. 2Ni O. $n H^2O$. — M. **F. Olmer** : *Réduction par l'oxyde de carbone des oxydes de fer en présence de quelques impuretés naturelles.* L'action catalytique du fer sur la décomposition de CO est entravée, et même annulée, par la présence d'anhydride phosphorique ou d'alumine. — M. **J. Parrod** : *Une réaction du dihydroxymalonate d'éthyle. Application à la recherche de l'acide mésoxalique.* On peut caractériser l'acide mésoxalique en l'éthérifiant par l'alcool éthylique, puis en chauffant l'éther formé en présence d'un sel de zinc et d'ammoniaque : une coloration apparaît, et surtout une fluorescence verte. — M. **M. Godchot** et Mlle **G. Cauquil** : *Sur les transpositions moléculaires obtenues dans la déshydratation des méthyl-1-cyclohexyliso, ropyl-3-pinacones active et inactive.*

3e Sciences naturelles. — M. **Marius Chadefaud** : *Les plastes et l'amylogénèse chez les Dasycladacées (Algues vertes, Siphonales).* Ce groupe fournit un bon exemple de déchéance progressive du pouvoir élaborateur des plastes. Il est intact chez *Dasycladus*, et les plastes y produisent des pyrénoïdes. Chez les Acétabulaires antillaises, il n'y a plus de pyrénogénèse, mais seulement amylogénèse ; encore celle-ci est-elle imparfaite, les plastes ne pouvant pas condenser les glucides colloïdaux formés pour former de vrais grains d'amidon. Chez le *Neomeris*, l'amylogénèse est encore moins parfaite et ne se manifeste plus dans la plus grande partie du thalle. Chez *A. Mediterranea* elle ne se manifeste plus du tout, et fait place à une caroténogénèse. — M. **Georges Mangenot** : *Sur les oosphères, les tubes polliniques et la fécondation chez le Pin maritime.* — M. **Antonin Tronchet** : *Sur les propriétés optiques des cellules papilleuses des vrilles de* Eccremocarpus scaber. Les cellules papilleuses dites tactiles, en dehors de leur rôle dans la captation du stimulus thigmotropique, fonctionnent par leurs propriétés de lentilles comme de véritables *illuminateurs* de la région superficielle des tissus de la vrille. — M. **Edouard Chatton** : *Sur la pluralité des espèces d'*Orchitosoma *Chatton et sur leur nature : évolution spermatogénétique de Métazoaires s'effectuant à l'état parasite dans l'ovaire des Copépodes.* Deux Copépodes différents, l'un à Banyuls, l'autre à Roscoff, présentent une même forme d'*Orchitosoma*, tandis que chez un même Copépode on trouve en un même lieu, à Sète, deux *Orchitosoma* différents et nettement caractérisés, sans jamais constater de termes de passage entre l'un et l'autre. Il y a donc dissociation géographique, et de plus dissociation chronologique, dans l'existence des deux formes chez un même hôte. Les formations étudiées ne représentent donc pas, ni le développement d'inclusions embryonnaires, ni une spermatogénèse supplémentaire du Copépode. L'interprétation parasitaire est donc la seule qui rende compte de toutes les particularités observées. On peut penser que l'*Orchitosoma* serait non pas un mâle si réduit soit-il, ni même son testicule, mais simplement sa spermatogénèse. — M. et Mme **Fernand Moreau** : *La formation hormonale des périthèces chez les* Neurospora. Le principe expérimental est le suivant : on tue l'un des mycéliums complémentaires et on fait agir l'hormone qu'il a fabriquée sur le mycélium de signe opposé. Dans un certain nombre de cas, au bout de quelques jours, des périthèses se forment. Leur venue peut être interprétée comme le résultat de l'action de l'hormone du mycélium tué par la chaleur, sur le mycélium vivant. — M. **André Hollande** : *L'appareil parabasal des Cryptomonadines.* La présence d'un appareil parabasal typique chez les Cryptomonadines rend caduques pour ces Flagellés : 1° l'assimilation des vacuoles pulsatiles ou des vacuoles cytoplasmiques à l'appareil de Golgi ; 2° l'homologation des trichocystes aux parabasaux ; 3° l'identification des plastes aux parabasaux. Elle montre de plus que, chez les Flagellés verts, l'appareil de Golgi peut se présenter soit sous la forme de dictyosomes, soit sous celle de parabasal, tout comme chez les Protomastigines, les Spongiaires, et les larves d'Echinodermes. — MM. **Gabriel Bertrand** et **Georges Brooks** : *Sur la composition des pailles, des coques et d'autres tissus végétaux lignifiés.* Tandis que les bois n'ont fourni à l'hydrolyse acide ménagée que de 14,5 à 34 de xylose pour 100 de matières sèches, des pailles, comme celles de l'avoine et du seigle, des coques, comme celles de la noix de coco et de l'abricot, en ont produit au moins la moitié de leur poids. Quant à la teneur des pailles en cellulose, elle est encore plus variable que celle des bois. D'une manière générale les pailles sont formées presque entièrement de tissus assez fortement lignifiés, elles s'apparentent donc étroitement aux bois, et il est logique d'admettre que l'on puisse, dans certaines applications, les substituer à ceux-ci et *vice versa*. — MM. **Maurice Fontaine** et **René-Guy Busnel** : *Sur la localisation et le rôle de la flavine ou d'un corps voisin de la flavine dans la peau des Poissons.* L'étude des peaux de divers Poissons (Anguille, Murène, Congre, Blennie) montre une relation topographique très étroite entre la flavine et les mélanophores. La peau des Poissons à écailles et les écailles à mélanine elles-mêmes ne renferment pas de flavine, mais une substance à fluorescence bleue intense qui, d'après les premières observations faites, semble être très voisine de la flavine. Ce corps fluorescent est également localisé dans la partie de l'écaille comprenant les mélanophores. Il semble donc que la présence de ces corps fluorescents (flavine ou corps voisins) doive être prise en considération dans la physiologie des mélanophores de la peau des Poissons. — MM. **Antoine Magnan**, **Charles Perrillat-Botonet** et **Henry Girerd** : *Cinématographies simultanées dans trois directions perpendiculaires deux à deux d'un oiseau en vol.* — M. **Serge Tchakhotine** : *Parthénogénèse expérimentale de l'œuf de la Pholade par micropuncture ultraviolette aboutissant à une larve vivante.* Les œufs irradiés par micropuncture ultraviolette, localisée sur un point de leur périphérie, pendant 5 secondes, présentent des symptômes d'activation, mais ne se divisent pas ; il se cytolisent au bout de 2 jours. Les œufs irradiés pendant 10 à 15 secondes commencent à se diviser et la segmentation aboutit à des morulas, d'ailleurs anormales ; une blastula mobile a été obtenue. Les œufs irradiés pendant 25 à 30 minutes voient leur développement s'arrêter aux premiers stades de la segmentation. Après 5 jours, tous les œufs activés parthénogénétiquement étaient

morts et cytolisés de même que l'unique blastula obtenue. — M. **Marcel Mazille** : *Sur une dialyse électrique irréversible et sèche du sérum sanguin.* Pour obtenir les protéines du sérum sanguin privées d'électrolytes l'auteur a réalisé une dialyse électrique irréversible, où les ions sont insolubilisés dès leur sortie du sérum. Pour cela il utilise une anode de plomb qui forme avec les anions des combinaisons insolubles et il obtient la fixation des cations par l'emploi d'une cathode constituée par une nappe de mercure. Par ces procédés un sérum sanguin, préalablement soumis à la dialyse simple, c'est-à-dire privé de la majorité de ses électrolytes libres, se déprotéinise en quasi-totalité. Lorsque l'intensité du courant n'est pas trop élevée les protéines séparées ne sont pas dénaturées. — M. **Alexandre Besredka** : *De la disparition du pouvoir vaccinant de l'anatoxine diphtérique en présence du sérum antidiphtérique.* L'anatoxine, qui, injectée seule, exerce un pouvoir immunisant certain, cesse d'agir dès qu'elle est en présence du sérum antidiphtérique : l'animal se comporte comme si l'anatoxine était annihilée par le sérum. Un tel animal ne saurait pourtant être identifié à un neuf, car une nouvelle injection d'anatoxine, faite au moment où tout sérum antidiphtérique est déjà éliminé, fait apparaître une immunité active plus tôt que chez un cobaye neuf. — M. **Henri Violle** : *Contribution à l'étude des typhus exanthématiques endémiques.* Dans certaines régions, le virus du typhus murin et celui de la fièvre boutonneuse paraissent coexister et on peut penser qu'ils sont à l'origine d'affections qui, au point de vue clinique, sont parfois très malaisées à différencier et expérimentalement présentent de très grandes analogies. Ces différenciations tendent à disparaître lorsque la transmission, tout au moins expérimentalement, se fait par voie digestive. — MM. **P.-G. Charpentier, Maurice Doladilhe, Charles Morel** et **Louis Placidi** : *Les propriétés anaphylactisantes du sérum sanguin sont localisées dans la protéine visqueuse de ce sérum.* La substance responsable du choc anaphylactique se trouve dans la protéine visqueuse, si elle n'est pas la protéine elle-même ; une fraction seulement de l'édifice protéique du sérum sanguin serait donc responsable des accidents anaphylactiques.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séances du mois de Décembre 1937

M. **A. Raynaud** : *Intersexualité procoquée chez la souris femelle par injection d'hormone mâle à la mère en gestation.* L'injection d'hormone mâle (propionate de testostérone) à la souris au 13e jour de la gestation a permis le maintien et le développement des canaux de Wolff chez les descendants femelles ainsi que la réalisation de structures glandulaires qui sont normalement des attributs du sexe masculin. — MM. **A. Raynaud** et **A. Lacassagne** : *Influence de l'hormone mâle et de l'hormone femelle sur la structure histologique du pénis de la souris.* L'hormone mâle est à la base des processus qui président à la formation du prépuce et aux différenciations histologiques de l'épithélium glandulaire du pénis chez la souris. L'œstrone provoque un arrêt du développement de ces structures ; ce phénomène n'est pas dû à une propriété spécifique de l'hormone femelle, mais à une action indirecte, par suppression des effets de l'hormone mâle. Ces modifications sont d'ailleurs réversibles et le développement peut reprendre à la suite de l'introduction de l'hormone mâle dans l'organisme. — MM. **A. Lacassagne** et **W. Nyka** : *Différence de réaction de l'hypophyse à l'administration prolongée de substances œstrogènes dans diverses lignées sélectionnées de souris.* Les substances œstrogènes, administrées à partir de la naissance, se sont comportées de façon très différentes quant à leur action sur l'hypophyse dans 4 lignées sélectionnées de souris. La variation de sensibilité du lobe antérieur s'étend depuis la formation d'adénomes (pouvant même prendre un aspect malin) dans une lignée, jusqu'à l'absence complète d'effet apparent dans une autre lignée. Ces inégalités de réaction ne coïncident pas avec le caractère cancéreux ou non cancéreux des lignées. — Mme **Lucie Randoin**, Mlle **A. Raffy** et M. **J. Aguirrezabala** : *Préparation d'un régime artificiel exclusivement privé de vitamine B_2 et destiné au rat en voie de croissance.* Le régime adopté, dépourvu de vitamine B_2, réunit caséine, amidon, graisse de beurre, huile de foie de morue et sels minéraux. Ce régime n'a pas permis la croissance de jeunes rats ; celle-ci a été assurée par adjonction de lactoflavine pure. Un tel régime paraît donc propice à la détection et au dosage biologique des substances ayant les propriétés de la vitamine B_2. — Mlle **Anne Raffy** : *Propriétés vitaminiques de la flavine d'*Eremothecium Ashbyi. L'auteur a démontré, sur des Rats soumis au régime décrit ci-dessus, que le pigment jaune du Champignon *E. Ashbyi*, possède les propriétés de croissance de la lactoflavine. Il s'agit donc bien d'une flavine type. — M. **P. Haber** : *Affinité du virus de la peste aviaire (souche adaptée à la souris), pour l'embryon de poulet.* Le virus de la peste aviaire, adapté à la souris et inoculé dans la membrane chorio-allantoïde de l'œuf de poule se localise et pullule dans cet organe ; il y engendre des lésions inflammatoires non spécifiques. De là il se propage par voie sanguine à l'embryon ; il attaque surtout le foie, le lésant profondément et produisant des altérations comparables à celles que l'on observe chez la Souris. — Mme **Véra Dantchakoff** : *Sur les centres producteurs des hormones sexuelles mâle et femelle dans l'embryon et chez l'adulte et sur le mécanisme de leur édification.* L'édification spontanée des centres de formation d'hormones mâles ou femelles, et leur entrée précoce en fonction est l'attribut du sexe hétérogénique (à XY ou XO). Les centres producteurs d'hormone femelle sont édifiés chez l'Oiseau par des actions inductrices propres à ce corps chimique. Les résultats obtenus dans l'embryon à sexe homogénique (à XX), mâle chez l'Oiseau, femelle chez les Mammifères, montrent en outre que chez cet embryon, à un jeune stade, l'hormone sexuelle est absente. Ceci est confirmé par le fait que l'embryon à sexe homogénique ne possède pas, dans ces gonades, d'éléments glandulaires spéciaux pouvant fonctionner comme centres de production hormonale. — M. **Paul Chauchard** : *Influence des agents sympatholytiques sur*

l'excitabilité de l'appareil neuromoteur de la membrane nictitante du chat. Les variations d'excitabilité de la membrane nictitante du chat produites par les agents sympatholytiques apportent une entrave, non seulement aux effets de l'adrénaline injectée mais aussi à ceux de l'excitation du sympathique moteur de la membrane, et dans ce cas la transmission physique directe de l'influx est gênée comme sa transmission par intermédiaire chimique. Il semble donc bien qu'ici, comme ailleurs, mécanisme physique et mécanisme chimique ne soient que deux aspects, différents mais complémentaires, d'un même phénomène. — MM. **Paul Chauchard**, et **Lucien Léger** : *Modifications de l'excitabilité motrice centrale et périphérique chez le chien en fonction de la calcémie.* Les effets sédatifs du calcium sur le système nerveux se manifestent ici, comme dans le cas du muscle strié, par une augmentation de la chronaxie, comparable à celle qu'on obtient au cours de diverses narcoses ; le manque de calcium se traduit, au contraire, par une diminution de chronaxie comme l'action des excitations du système nerveux. — M. **N. Kobozieff** et Mme **N.-A. Kobozieff-Pomri skinsky** : *Sur le problème de la consanguinité chez la souris.* Les croisements consanguins ne sont ni bienfaisants, ni nuisibles en eux-mêmes, le résultat dépendant seulement du patrimoine héréditaire. Si ce dernier est exempt de gènes nuisibles l' « inbreeding » ne peut pas nuire, au contraire le croisement consanguin est plus favorable que le croisement entre lignées différentes. Par contre si le patrimoine héréditaire est chargé en gènes nuisibles, le croisement consanguin répété amène finalement la perte de la lignée, ou l'amélioration brusque de la vitalité par suite de l'élimination complète des hétérozygotes porteurs de gènes nuisibles. — M. **E. Poze ski** : *Essai de culture microbienne dans un milieu dont la source de carbone est uniquement constituée par du stéarate de sodium.* A l'inverse de l'oléate de sodium, le stéarate peut être une source de carbone utilisable par le *B. coli* ; mais il constitue une source de carbone moins utilisable que le glucose. — MM. **C. Levaditi, R. Bequignon** et **L. Reinié** : *Irréversibilité des caractères biologiques du neurovaccin.* Le « sélecteur » singe, comme les sélecteurs homme et génisse, se révèle incapable d'inverser la proportionnalité numérique des corpuscules élémentaires épithéliotropes et mésodermotropes dont le neurovaccin semble constitué. Il respecte le mésodermotropisme de ce neurovaccin ainsi que ses aptitudes encéphalitogènes. Aucun retour en arrière n'apparaît réalisable, d'où il s'ensuit que l'effet sélectif est irréversible, ou peu s'en faut. — MM. **C. Levaditi, A. Vaisman** et **L. Reinié** : *Chimiothérapie antiendotoxique.* Certains dérivés benzéniques sulfurés et tout particulièrement le 4-nitro-4'aminodiphénylsulfoxyde, exercent *in vivo* une action neutralisante à l'égard des endotoxines du méningocoque et du bacille Aertrycke ; alors qu'ils se montrent inactifs vis-à-vis de l'intoxication provoquée par la toxine staphylococcique. — MM. **R. Agid, M. Beauvallet** et **B. Minz** : *Sensibilisation par la vitamine B_1 de l'intestin isolé du rat et de l'appareil circulatoire du chat à l'action de l'acétylcholine.* La vitamine B_1 renforce l'action de l'acétylcholine sur l'intestin isolé du rat et sur la pression artérielle du chat ; cet effet sensibilisateur peut se produire même en l'absence d'ésérine. — Mme **Henriette Mazoué** : *Action de l'acide ascorbique sur la formation des fibres conjonctives.* L'acide ascorbique peut, à lui seul, assurer le développement complet du processus de sclérose, c'est-à-dire provoquer la formation rapide de fibres collagènes au niveau d'une réaction inflammatoire. Il semble donc bien que l'acide ascorbique soit nécessaire à la formation des substances collagènes. — Mme **L. Randoin**, MM. **A. Giroud** et **A. Rakoto-Ratsimamanga** : *Un tissu chlorophyllien est-il réellement beaucoup plus riche en acide ascorbique que le même tissu dépourvu de chlorophylle ?* Un tissu chlorophyllien est toujours beaucoup plus riche en acide ascorbique que le même tissu dépourvu de chlorophylle. La présence de chlorophylle est donc liée, chez les végétaux, à une valeur antiscorbutique élevée, l'absence de chlorophylle indiquant au contraire de faibles teneurs en vitamine C. — M. **René Hasard**, Mlle **Lise Wurmser** et M. **Jean Cheymol** : *Action de l'oxalate de sodium sur le cœur et la pression artérielle. Contribution à l'étude de l'action du calcium sur la contractilité cardiaque.* Injecté à des doses voisines de 0,05 gr par kg., l'oxalate de sodium déprime le cœur et diminue sa réactivité à l'adrénaline seulement en insolubilisant une partie du calcium circulant. Pour des doses plus élevées, la toxicité propre de l'oxalate entre en jeu : la contractilité, la conductibilité du cœur et sa réactivité à l'adrénaline, profondément troublées, ne sont qu'exceptionnellement rétablies par le calcium. — M. **Pierre Gavaudan** et Mme **Noelie Gavaudan** : *Modifications numériques et morphologiques des chromosomes, induites chez les végétaux par l'action de la colchicine.* L'influence de la colchicine se traduit par la suspension des mitoses à la métaphase, par un arrêt de croissance longitudinale à partir des méristèmes et par une hypertrophie bulbeuse siégeant au-dessus de la pointe méristématique. En ce qui concerne les chromosomes, l'action de la colchicine provoque des figures en croix ou en X des éléments des paires, la contraction chromosomique et, souvent, la production de noyaux polyploïdes (l'appareil fusorial ne fonctionnant pas). L'action de la colchicine sur les noyaux végétaux doit être rapprochée de celle des rayons X. — M. **Willy Plattner** : *Vessie natatoire et canal pneumatique.* Les bulles de gaz que rejettent les poissons physostomes pendant la décompression, proviennent de la vessie natatoire. Ces gaz passent par la voie du canal pneumatique. Les poissons physoclistes ne rejettent pas de bulles par la bouche. L'abaissement de la pression externe provoque la dilatation des gaz dans la vessie. Le volume du poisson augmente donc. Les physostomes dont le canal pneumatique a été ligaturé, se comportent comme les physoclistes. Leur vessie natatoire ne se vide ni par le canal ni par diffusion des gaz à travers les parois.

(A suivre.)

Le Gérant : Gaston Doin.

Stè Gle d'Imp. et d'Ed., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 4-38.